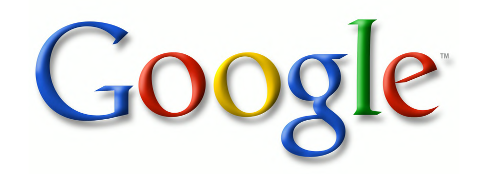
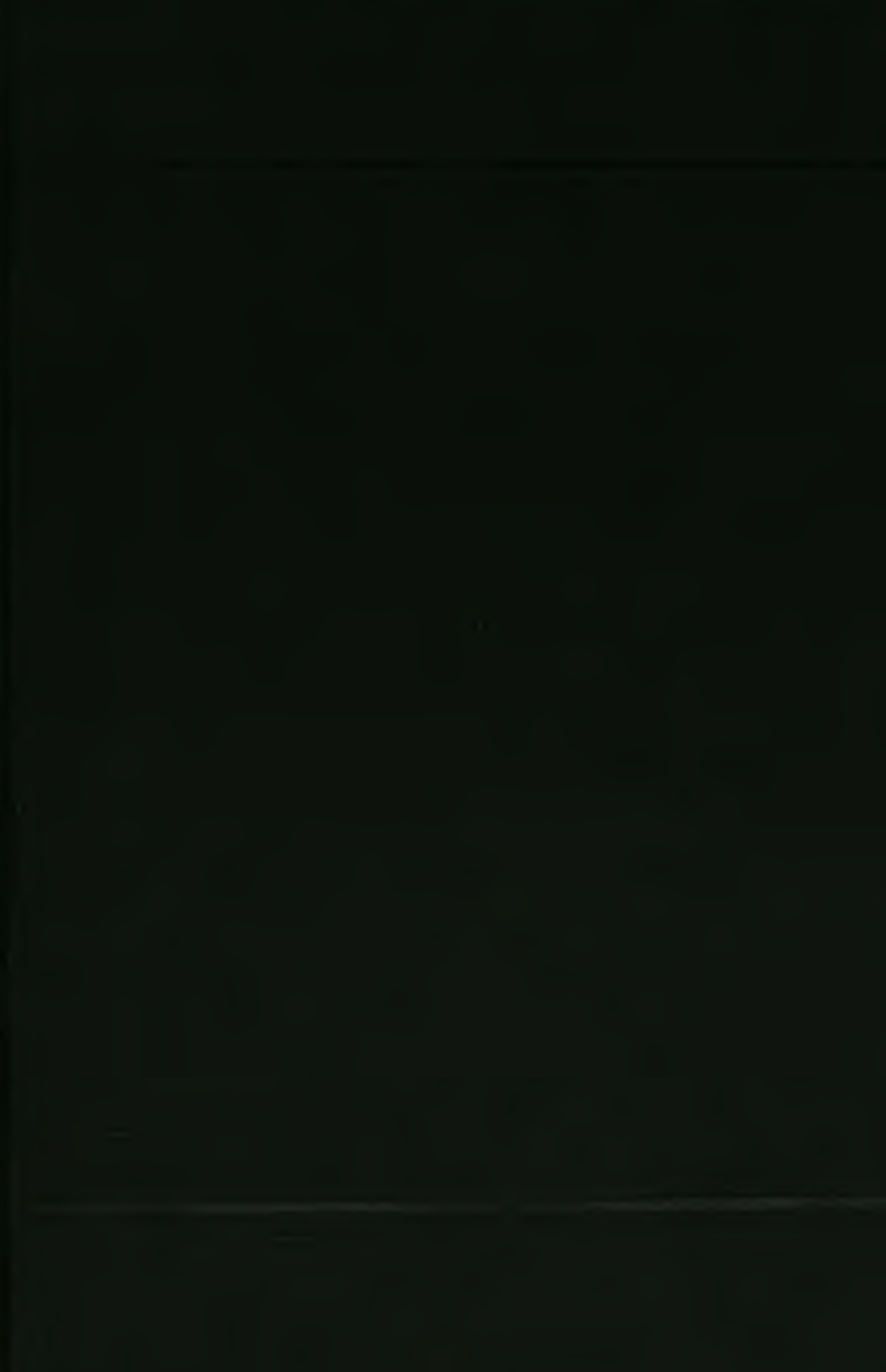
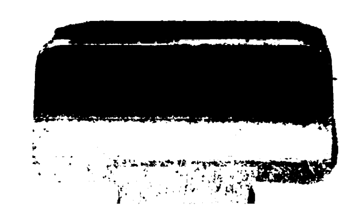
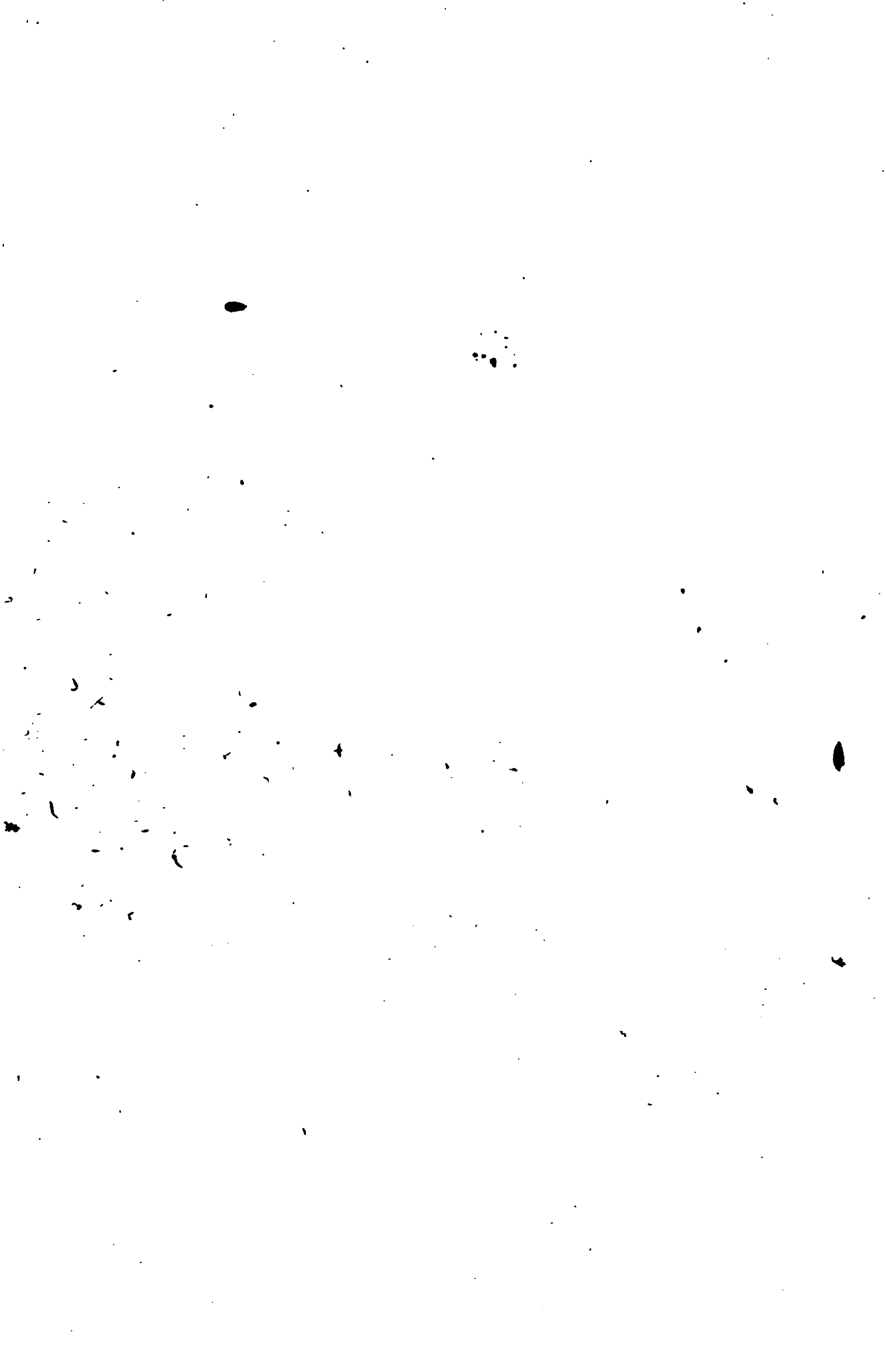
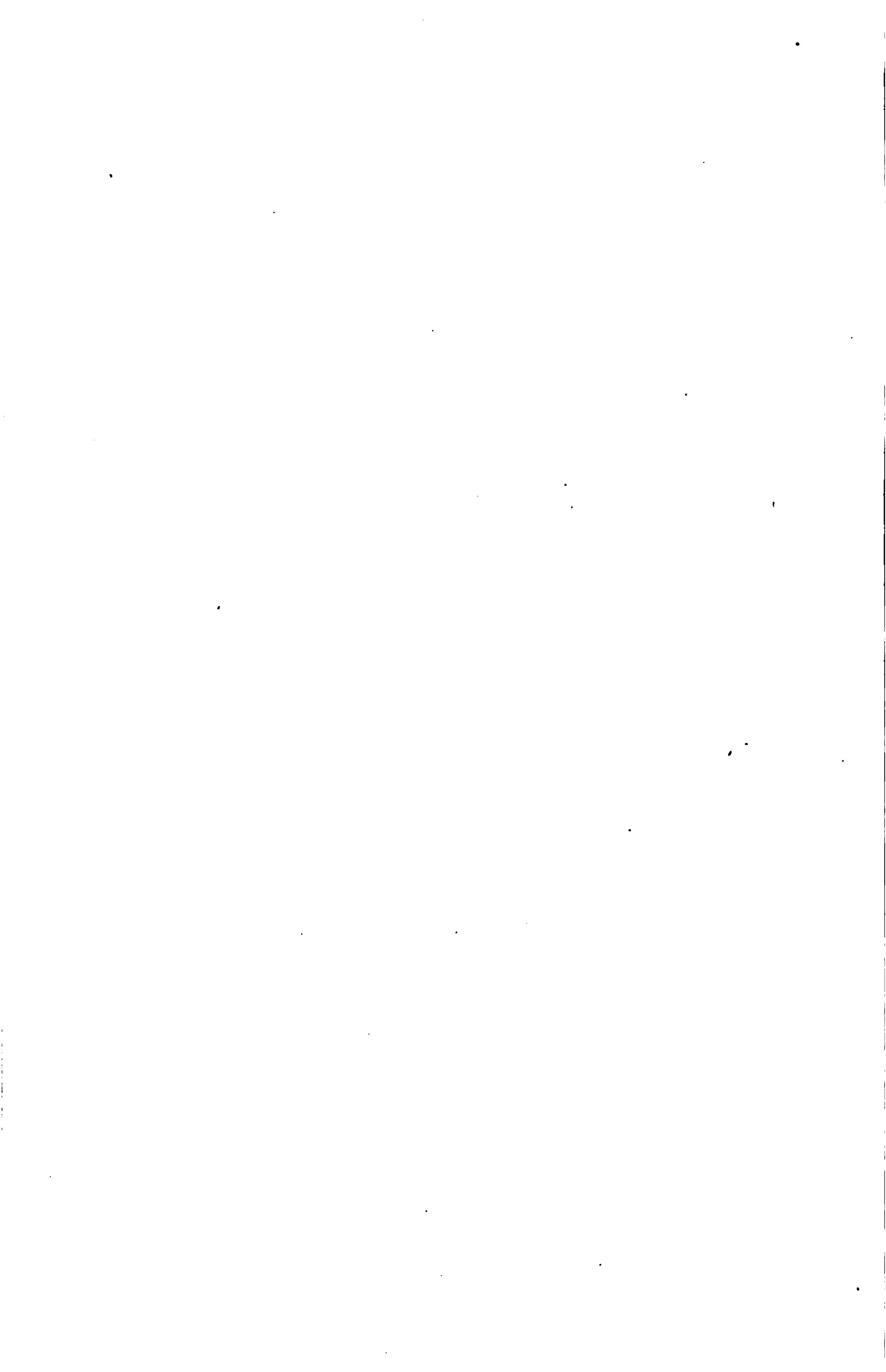




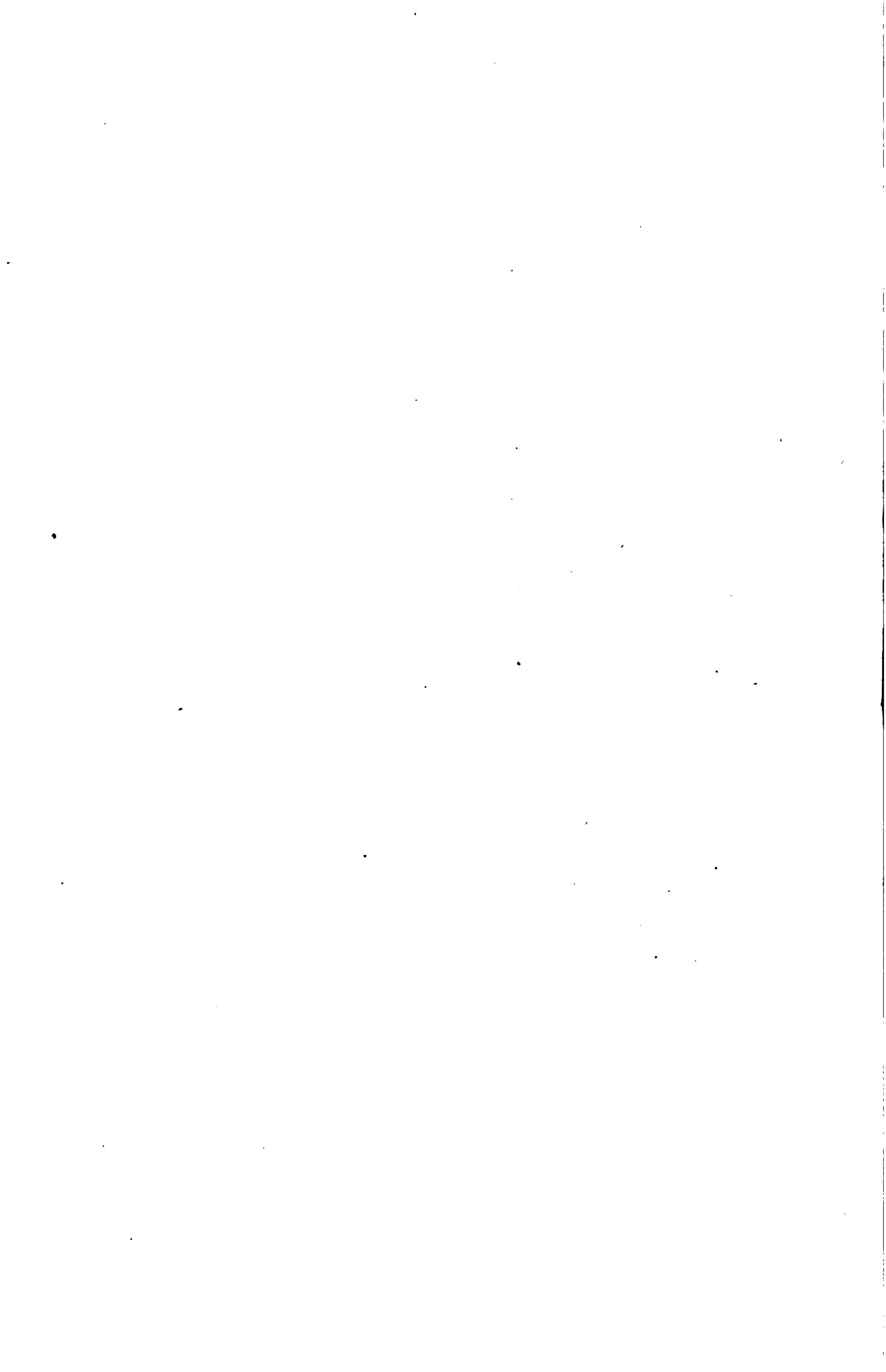

SIGILLVM · VNIVERSITATIS · CALIFORNIENSIS
FIAT LVX
MDCCCLXVIII
EX LIBRIS











Die Kalidüngung

in ihrem Werte für die

Erhöhung und Verbilligung

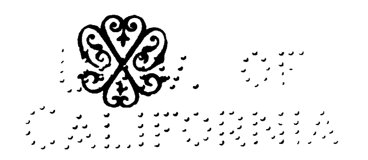
der

landwirtschaftlichen Produktion.

Von

Dr. Max Maercker,

Geh. Regierungsrat, o. ö. Professor für Agrikulturchemie an der Universität Halle
Vorsteher der agrikulturchem. Versuchs-Station des ldw. Central-Vereins der Provinz Sachsen.



Berlin.
Verlag von Paul Parey.
Verlagshandlung für Landwirtschaft, Gartenbau und Forstwesen.
SW., 10 Hedemannstraße.
1892.

Herrn Schultz-Lupitz

dem unermüdlichen Vorkämpfer und Förderer der deutschen Landwirtschaft

in dankbarer Verehrung gewidmet

vom Verfasser.

Sehr geehrter Herr Schultz!

Ich hatte im Jahre 1880 versucht, die über die landwirtschaftliche Verwendung der Kalisalze vorliegenden Erfahrungen zu sammeln und in einer kleinen Schrift zusammenzufassen, um für die wichtige Frage des Ersatzes der dem Boden entzogenen Kalimengen zu wirken.

Seitdem sind Sie mit Ihrer bahnbrechenden Abhandlung „Reinerträge auf leichtem Boden“ (landw. Jahrbücher, 1881, S. 777), in welcher Sie die Grundzüge Ihres Systems (L. D.) den Kreisen der Fachgenossen darlegten, vor die Öffentlichkeit getreten und die Kalifrage hat hierdurch ein vollkommen neues Gewand bekommen.

Sie haben es sodann verstanden, mit seltenster und aufopferungsvollster Hingabe für die Sache der Landwirtschaft, mit That, Wort und Schrift zu kämpfen und alle Einwendungen, welche zuerst gegen Ihr System von zum Teil gewichtiger Seite vorgebracht wurden, zu widerlegen und zu zerstreuen; es giebt heute wohl nicht einen deutschen Landwirt mehr, welcher an den Segnungen Ihres Systems zweifelte, denn unendlich viele haben bereits den Nutzen desselben in der Praxis kennen gelernt.

Wenn es mir vergönnt gewesen ist, ehe Sie vor die Öffentlichkeit traten, einen Einblick in die Entwickelung und den Ausbau Ihres Systems zu erhalten und wenn ich — von Anfang an überzeugt von der Richtigkeit und der Tragweite Ihrer Beobachtungen — in dem entbrennenden Kampfe gleich als Erster an Ihrer Seite stehen konnte, so erfüllt mich dieses noch jetzt mit großer Freude und gehört zu meinen schönsten Erinnerungen.

Nun ist längst Frieden geworden in dieser Frage; die landwirtschaftliche Anwendung der Kalisalze hat aber inzwischen — Dank Ihrem Wirken,

welches durch die Gründung der so erfolgreich arbeitenden Kainitabteilung der Deutschen Landwirtschaftsgesellschaft gekrönt wurde —, einen ungeahnten Aufschwung genommen und dringt von Jahr zu Jahr weiter vor.

Zahlreiche Beobachtungen wurden inzwischen gesammelt, wichtige Forschungen ausgeführt, sodaß in mir der Wunsch rege wurde, wieder einmal die über die Kalisalze vorliegenden Erfahrungen zu sammeln.

Das Ergebnis dieser Arbeit liegt nunmehr in diesem Buch vor und ich wüßte nicht, wem sonst als Ihnen ich dasselbe widmen sollte. Ich danke Ihnen, daß Sie diese Widmung freundlich annahmen.

Ich habe es versucht, das gesamte Material — altes und neues — zu sichten, übersichtlich zu ordnen und das Facit aus den vorliegenden Beobachtungen zu ziehen. Auf Schritt und Tritt hat sich dabei in mir die Überzeugung von der ungeheueren Wichtigkeit der Kalifrage, die ich nicht allein für die Verhältnisse des leichteren, sondern auch diejenigen des besseren Bodens zu bearbeiten versuchte, befestigt. Ohne die Kalisalze würde zur Zeit die Ausübung der Landwirtschaft in den von der Natur weniger gesegneten Gegenden unseres Vaterlandes überhaupt nicht mehr möglich sein.

Wenn es mir gelungen wäre, dieser Überzeugung einen treffenden Ausdruck in der vorliegenden Schrift zu geben, würde ich für meine wahrlich nicht mühelose Arbeit reichlich entschädigt sein. Hoffentlich trägt dieselbe dazu bei, die Überzeugung von der Unentbehrlichkeit der Kalisalze in immer weitere Kreise zu tragen, zum Nutzen und Frommen unseres deutschen Vaterlandes.

Das walte Gott!

Halle, im März 1892.

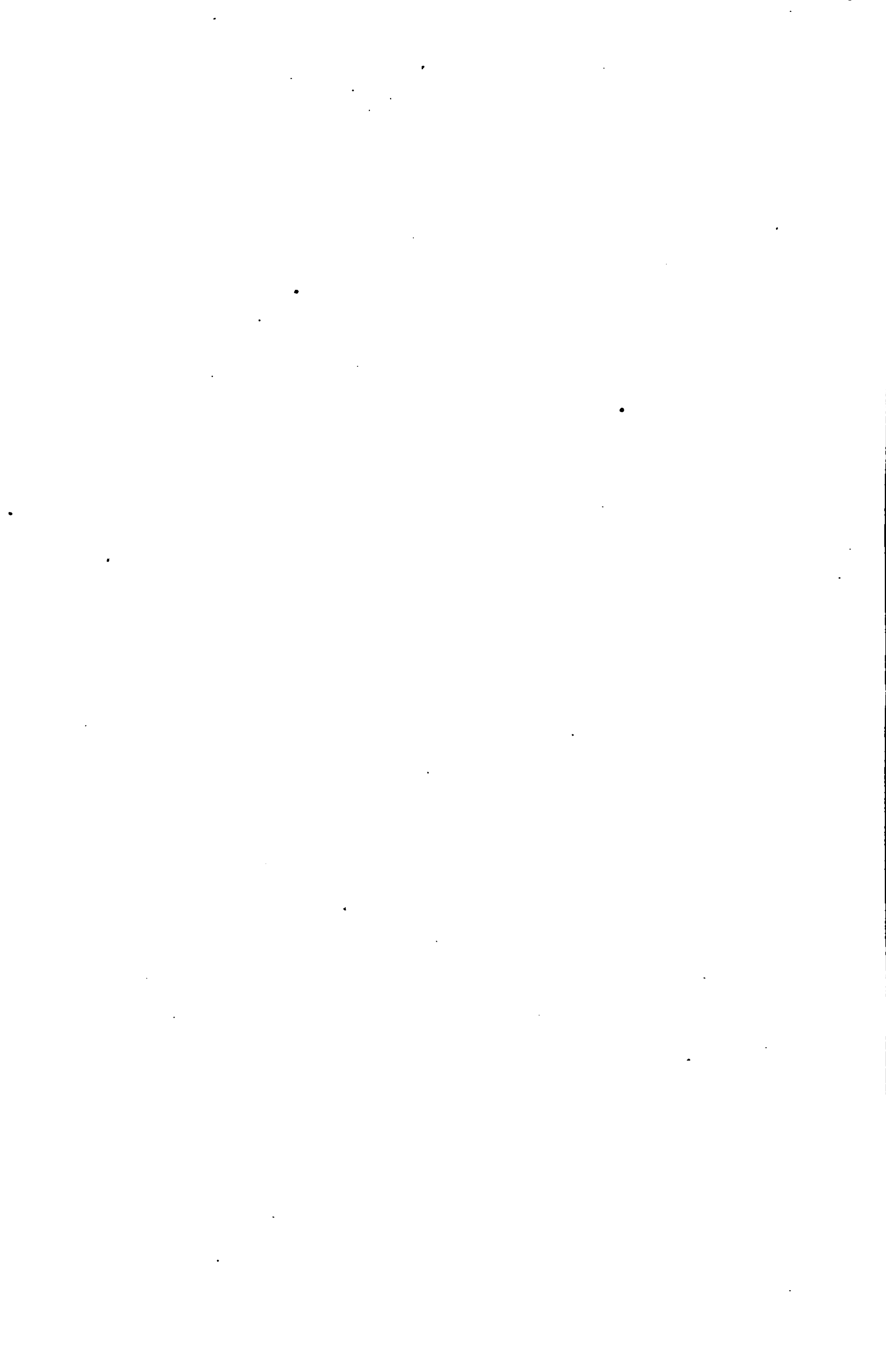
M. Maercker.

Inhalts-Übersicht.

Allgemeiner Teil.

Specieller Teil.

Allgemeiner Teil.



I. Die Bildung und Erschließung der Staßfurter Kalisalze.

In Straßfurt befand sich eine alte Saline, welche im vorigen Jahrhundert eine hervorragende Bedeutung erlangt hatte, ursprünglich den Herzögen von Anhalt gehörte, aber nach mannigfachem Besitzwechsel in die Hände des preußischen Fiskus kam, welcher aber 1839 den Betrieb derselben einstellte, da derselbe in Folge der Auffindung von Steinsalz an vielen anderen Stellen unrentabel geworden war. In Folge dessen entschloß man sich, in demselben Jahr ein Bohrloch anzusetzen, um das dort mit Sicherheit zu erwartende Steinsalz zu erbohren und dieses erreichte 1843 in einer Teufe von 246 Metern die oberste Decke des Salzgebirges. In dem Steinsalz wurde noch weiter gebohrt und alsdann in einer Teufe von 581 Metern die Arbeit eingestellt, ohne daß man das Liegende des Salzgebirges erreicht hätte. Das Resultat des Bohrversuches war ein ganz unerwartetes, denn man erhielt anstatt einer gesättigten Kochsalzlösung eine Salzlösung mit hohem Chlorkalium und Chlormagnesiumgehalt. Trotzdem ließ man sich nicht irre machen, sondern trieb im Jahre 1852 die beiden Schächte Manteuffel und von der Heydt herunter, welche in 5 Jahren, nachdem von 256—280 Metern ab die Kali und Magnesiasalze durchfahren waren, das Steinsalz, dessen Gewinnung nunmehr in Angriff genommen wurde, erreichten. Diesem Beispiel folgte auch die Anhaltische Regierung und wählte einen so glücklichen Punkt für ihre Schächte, daß diese bereits in kurzer Zeit ohne Schwierigkeit niedergebracht werden konnten und 1862 die Förderung der Kalisalze, welche man zunächst als nebensächliche und lästige Begleiter des gesuchten Kochsalzes angesehen hatte, die nun aber das Hauptprodukt der Förderung geworden sind, begonnen werden konnte. Nachdem 15 Jahre diese beiden fiskalischen Werke die Förderung der Salze als Monopol besessen hatten, gingen nach Aufhebung des Salzmonopols in Preußen verschiedene Gewerkschaften an die Erschließung der weitverbreiteten Kaliablagerungen, so daß jetzt die Förderung an vielen Punkten und durch folgende Unternehmungen erfolgt:

---

*) Nach „Precht, die Staßfurter Kalisalze"

1) Königlich Preußisches Salzwerk in Staßfurt.
2) Herzoglich Anhaltisches Salzwerk in Leopoldshall.
3) Konsolidierte Alkaliwerke Douglashall in Westeregeln.
4) Salzbergwerk Neustaßfurt (Agathe) in Löderburg b. Staßfurt.
5) Kaliwerke Aschersleben (Schmidtmannshall) in Aschersleben.
6) Gewerkschaft Ludwig II. (Riebeckschacht) in Staßfurt.
7) Kalisalzwerk der Gewerkschaft Hercynia in Vienenburg b. Goslar.
8) Salzbergwerk der deutschen Solvaywerke in Roschwitz b. Bernburg.
9) Gewerkschaft Tiederhall b. Wolfenbüttel.

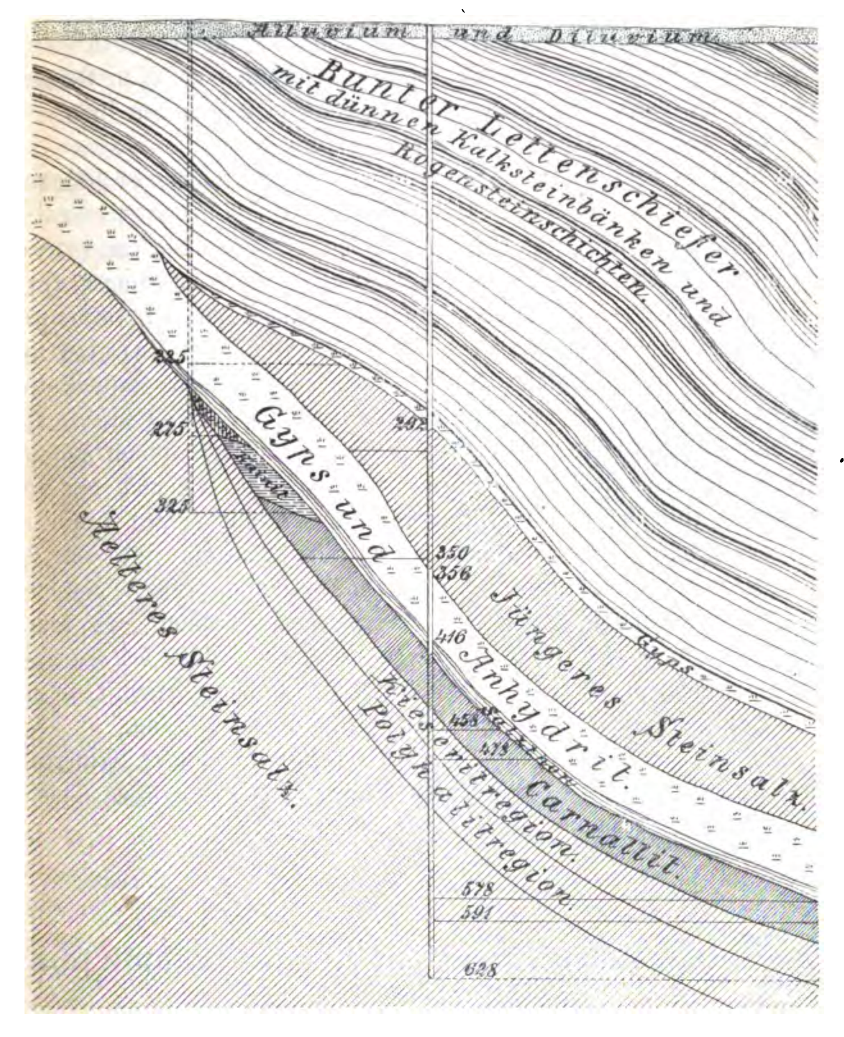
Endlich ist auch ein Kalilager in Jessenitz in Mecklenburg aufgefunden, der Schacht aber noch nicht in Betrieb.

Man sieht hieraus, daß die Kalisalzablagerungen sich über einen weiten Raum erstrecken, und die deutsche Landwirtschaft braucht keine Besorgnis zu hegen, daß die gefundenen unterirdischen Schätze, ohne welche der einträgliche Betrieb der Landwirtschaft in weiten Distrikten vollkommen unmöglich sein würde, in absehbarer Zeit einer Erschöpfung entgegengehen könnten.

Des allgemeinen Interesses wegen mag mit wenigen Worten auf die Entstehung und Ablagerung der Staßfurter Salze nach der fünften Auflage von „Dr. Precht, die Salzindustrie von Staßfurt und Umgegend“ eingegangen werden.

Die Salzlager des Magdeburg-Halberstädter Beckens, welche sich jedoch, wie wir gesehen haben, weit über dieses hinaus erstrecken, liegt auf der Grenze der Dyas- und Triasformation und sind durch Verdunstung des Meereswassers entstanden, welches sich wahrscheinlich durch einen engen Meeresarm in dieses ergossen haben muß, so daß eine rückwärtsgehende Strömung der durch die Verdunstung konzentrierten Salzlösung nicht eintreten konnte. Hierbei haben sich natürlich die am schwersten löslichen Salze, der Anhydrit (wasserfreier Gyps) und das Chlornatrium zuerst abgeschieden. Die älteren Salzablagerungen bestehen daher aus Steinsalzschichten, welche in regelmäßigen Zwischenräumen von Anhydritschnüren durchzogen sind, jedesmal gewissermaßen einen Jahresring einer neuen Bildung anzeigend. Die leichter löslichen Kalium- und Magnesiumsalze blieben natürlich zuerst in Lösung und erst, als der Zufluß des Wassers aufhörte, konnten sich dieselben bei fortschreitender Konzentration abscheiden. Dieses erfolgte natürlich zuerst neben sehr großen Kochsalzmengen und so kam die sogenannte Polyhalitregion, d. h. Ablagerungen von Kochsalz, welche anstatt der Schnüre von Anhydrit solche von Polyhalit enthielt, zu Stande. Auf diese folgte sodann die Kieseritregion, welche Schnüre von schwefelsaurem Magnesium einschloß. Letzterer mischten sich nun aber in der Kieseritregion bereits Ablagerungen von Carnallit (Chlorkalium-Chlormagnesium) bei und sie geht schließlich in ein bauwürdiges

Lager von Carnallit, in einer Mächtigkeit von etwa 25—40 Metern, über und bildet nach dem bergmännischen Ausdruck das Hängende des Lagers, welches durch eine Überlagerung von Salzthon einen wirksamen Schutz gegen die atmosphärischen Einflüsse erfuhr. Über dem Salzthon



Karte aus Precht: Salzwerk Ludwig II.

liegt eine 40—90 Meter starke Anhydritschicht, welche wahrscheinlich durch eine erneute Überflutung der Salzablagerungen entstanden ist und das Liegende des Buntsandsteins bildet.

Die so erfolgten Ablagerungen blieben nun aber nicht unverändert, sondern es machten sich Hebungs- und Senkungserscheinungen geltend, von

denen eine von Südwest nach Nordost verlaufende Erhebung die ganze Mulde in zwei Teile trennt; hierdurch müssen die Salzschichten zu Tage getreten sein, und so wurden nun die obersten Schichten derselben ausgewaschen und dieses hat zur Folge gehabt, daß die oberste Steinsalzpartie erst bei 70, der leichter lösliche Carnallit aber erst bei 200 Meter Teufe angetroffen wird. Durch dieses Auswaschen entstanden Zersetzungen der Salzablagerungen untereinander und diese führten zu Neubildungen, welche für die Landwirtschaft von größter Wichtigkeit geworden sind. Es wurde der Kieserit und das Chlormagnesium des Carnallits ausgewaschen und es blieb ein vorwiegend aus Chlorkalium und Chlornatrium bestehendes Salz zurück, welches als Sylvinit gefördert wird. An mehreren Punkten ist das Magnesiumsulfat mit dem Chlorkalium in Wechselwirkung getreten und auf diese Weise der Schönit, das natürliche schwefelsaure Kalimagnesium, welches man auch künstlich und fabrikativ darstellt, entstanden. Die wichtigste Bildung ist aber diejenige des Kainits geworden. Derselbe entstand durch Zusammentreten von Kaliumsulfat, Magnesiumsulfat und Chlormagnesium und bildet fast überall die Begrenzung des Carnallitlagers, wo dasselbe durch die langsame Einwirkung des Wassers zerstört wurde. Der Quantität nach tritt er, wie nach den vorhergehenden Ausführungen begreiflich ist, sehr erheblich gegen den Carnallit, dessen Menge eine ungeheure ist, zurück, immerhin sind aber die Kainitablagerungen so bedeutend, daß man vorläufig große Besorgnisse über eine bevorstehende Erschöpfung nicht zu haben braucht. Es kommt dazu, daß man für sehr viele Zwecke an Stelle des Kainits den Carnallit gebrauchen kann, so daß die Zukunft der deutschen Landwirtschaft, so weit sie auf den Kalisalzen beruht, für lange Zeit gesichert erscheint.

Die Ablagerungsverhältnisse der verschiedenen Staßfurter Mineralien sind anschaulich aus der umstehenden kleinen Karte zu ersehen, welche wir aus Prechts genannter Schrift entnommen haben.

II. Die Zusammensetzung der für die Landwirtschaft wichtigsten Kalisalze.

a) Der Kainit.

Der Kainit ist das für landwirtschaftliche Zwecke zur Zeit in erster Linie in betracht kommende Kalisalz. In reinem Zustande besteht derselbe aus einer Verbindung von schwefelsaurem Kalium, schwefelsaurem Magnesium und Chlormagnesium mit Krystallwasser. Seine Formel ist:

$$K_2SO_4 ; MgSO_4 ; MgCl_2 ; H_2O.$$

Der Kainit in reinstem Zustande von vorstehender Zusammensetzung würde etwa 23 % Kali enthalten, kommt aber, bergmännisch gefördert, niemals ganz rein, sondern immer vermischt mit größeren oder geringeren Mengen Kochsalz und anderen Salzen vor, so daß sein Kaligehalt sehr viel niedriger ist. Nach der durchschnittlichen Zusammensetzung enthält der Kainit des Handels:

Schwefelsaures Kalium	21,3 %
Schwefelsaures Magnesium	14,5 „
Chlormagnesium	12,4 „
Chlorkalium	2,0 „
Chlornatrium (Kochsalz)	34,6 „
Gyps	1,7 „
Unlösliches (Thon)	0,8 „
Wasser	12,7 „

Der in dem schwefelsauren Kalium und Chlorkalium vorhandene Kaligehalt entspricht 12,8 % Kali, es werden indessen nur 12,4 % Kali entsprechend 24 % schwefelsaurem Kalium garantiert. Aus obiger Zusammenstellung geht jedoch hervor, daß der wirkliche Gehalt an schwefelsaurem Kalium nur etwa 21 % beträgt und daß daneben noch eine gewisse Menge Chlorkalium vorhanden ist; die für schwefelsaures Kalium gebotene Garantie ist daher illusorisch.

Der Kainit kommt in den Staßfurter, Leopoldshaller u. s. w. Ablagerungen als eine krystallinische, teils farblose, teils gelblich-rötliche Masse vor. In gemahlenem Zustande, wie er in den Handel gebracht wird, stellt er ein grau gefärbtes Salz mit vielen kleinen gelblichen und rötlichen Stückchen dar, er ist nicht hygroskopisch und wird daher beim Lagern in trockenen Räumen nicht naß.

Der Kainit wurde früher als schwefelsaure Kalimagnesia bezeichnet, aber diese Bezeichnung trifft nicht einmal für das ganz reine Salz, welches eine Verbindung von schwefelsaurem Kalimagnesium mit Chlormagnesium ist, geschweige denn für das bergmännisch geförderte Salz, in welchem außerdem eine große Menge Kochsalz (etwa 35 %) enthalten ist, zu und man darf vor allen Dingen nicht daran denken, daß der Kainit ein chlorfreies oder auch nur chlorarmes Kochsalz ist, denn derselbe enthält in Summa 48 % verschiedene Chlorverbindungen. Dieser Gehalt macht seine Anwendung für manche Zwecke, wo es auf eine absolute Chlorfreiheit ankommt, wie beim Tabaksbau, unmöglich, schadet aber sonst nicht im mindesten; im Gegenteil, es ist wahrscheinlich, daß der Gehalt an Chlorverbindungen für manche Zwecke eher nützlich als schädlich ist, weil die Chlorverbindungen zur Verbreitung des sonst von der Ackererde sehr stark absorbierten Kaliums

beitragen. Der Carnallit ist allerdings noch erheblich reicher an Chlorverbindungen als der Kainit.

Der Kainit wird von den Kaliwerken in gemahlenem Zustande in den Handel gebracht, ballt aber beim Lagern, namentlich in etwas feuchten Räumen, mit der Zeit zu einer steinharten Masse zusammen; um dieses Zusammenballen zu verhindern, mischt man denselben nach Fleischers Vorschlag mit etwa 2,5 % fein gemahlenem Torfmüll. Dieses Gemisch kann überall da empfohlen werden, wo man den Kainit nicht gleich nach der Ankunft ausstreuen kann, sondern gezwungen ist, denselben längere Zeit zu lagern. Den zur Einstreu in die Ställe oder auf die Düngerstätte bestimmten Kainit wird man daher immer am besten mit Torfmüll gemischt ankaufen.

b) Der Carnallit.

Dieses Salz ist das in den größten Mengen in Ablagerungen des Staßfurter Beckens enthaltene und wurde früher ausschließlich zu technischen Zwecken, d. h. zur Darstellung von reinem Chlorkalium verwendet, weil man der Ansicht war, daß es für landwirtschaftliche Zwecke wegen seines hohen Gehalts an Chlorverbindungen unbrauchbar sei. Seit man jedoch erkennen gelernt hat, daß die Chlorverbindungen nur für einige spezielle Zwecke schädlich sind, ist der Carnallit in die Reihe der mit großem Vorteil auch für landwirtschaftliche Zwecke verwendeten Salze getreten. Da der Carnallit in reinem Zustande eine Doppelverbindung von Chlorkalium-Chlormagnesium

$$KCl ; MgCl_2 ; 6\,H_2O$$

darstellt, so besteht er, abgesehen von der Beimengung gewisser Mengen von schwefelsaurem Magnesium und geringer Gypsmengen, ausschließlich aus Chlorverbindungen, und wo diese schädlich sind, darf an eine Verwendung desselben unter keinen Umständen gedacht werden.

Die nähere Zusammensetzung des bergmännisch geförderten und mit gewissen Kochsalzmengen vermischten Carnallits ist folgende:

Chlorkalium	15,5 %
Chlormagnesium	12,4 „
Schwefelsaures Magnesium	14,5 „
Chlornatrium	22,5 „
Gyps	1,9 „
Unlösliches	1,8 „
Wasser	26,1 „

Dieser Zusammensetzung würde ein Kaligehalt von 9,9 % entsprechen, es werden indessen nur 9 % Kali garantiert, da die Zusammensetzung des

Carnallits je nach den vorhandenen Beimengungen von Kochsalz innerhalb gewisser Grenzen schwankt.

An dieser Stelle mag bemerkt werden, daß der Carnallit eigentlich Kali (= K_2O) nicht enthält, sondern Kalium nur in Verbindung mit Chlor als Chlorkalium (KCl); es ist jedoch Gebrauch geworden, die dem vorhandenen Chlorkaliumgehalt entsprechende Kalimenge (74,5 Teile Chlorkalium entsprechen 47 Teilen Kali) als Grundlage der Garantie anzunehmen. Der Vergleichbarkeit mit Salzen, in welchen andere Formen des Kaliums enthalten sind, halber, mag dieses Verfahren vom praktischen Standpunkte aus auch gebilligt werden.

Die Summe der Chlorverbindungen beträgt in dem Carnallit rund 60 %, also etwa 12 % mehr als in dem Kainit.

Der Carnallit wird in charakteristisch braunroten Massen gefördert und ist ein stark hygroskopisches Salz, welches beim Lagern aus der Luft ansehnliche Feuchtigkeitsmengen anzieht und hierdurch unangenehm werden kann; man soll denselben daher nur da verwenden, wo man in der Lage ist, ihn bald nach seiner Ankunft ausstreuen zu lassen.

Der Preis des Kalis ist in dem Carnallit zur Zeit niedriger als in dem Kainit; während ein Kilo Kali in letzterem etwa 12 Pfennige kostet, beträgt der Preis von einem Kilo Kali in dem Carnallit nur etwa 10 Pfennige. Abgesehen von den Transportkosten, ist also der Carnallit das billigere Salz; dieses Verhältnis ändert sich natürlich bei weiteren Transporten, da der Carnallit etwa 3 % Kali weniger als der Kainit enthält und die gleiche Kalimenge in demselben infolgedessen höhere Transportkosten als in dem Kainit zu tragen hat.

Da die Ablagerungen der übrigen Staßfurter Salze und speziell des Kainits zwar sehr ausgedehnte, aber doch nicht unerschöpfliche sind, ist es von Interesse, daß die Carnallitablagerungen von einer schier unermeßlichen Größe sind. Alljährlich werden noch neue Ablagerungen dieses wertvollen Minerals erschlossen und wenn auch die Anwendung des Kainits bequemer und auf weitere Entfernungen auch billiger ist, braucht man sich keinen Befürchtungen hinzugeben, daß die Landwirtschaft in absehbarer Zeit Mangel an Kali leiden könnte, weil der Carnallit für viele Zwecke den Kainit ersetzen kann.

c) Polyhalit und Krugit.

Diese Salze bestehen aus Verbindungen von schwefelsaurem Kalium, schwefelsaurem Magnesium und schwefelsaurem Calcium und sind somit, abgesehen von zufälligen Kochsalzbeimengungen, frei von Chlorverbindungen und infolgedessen für solche Verwendungen vorzugsweise geeignet, bei denen eine Chlorfreiheit Bedingung ist. Leider kommen diese vollkommen

trocken bleibenden, wenig hygroskopischen, zum Zusammenballen nicht im mindesten geneigten Salze nur in Nestern oder Schnüren unter den Staßfurter Ablagerungen vor, so daß an eine regelmäßige bergmännische Gewinnung derselben nicht zu denken ist und dieselben in größeren Mengen im Handel zur Zeit nicht zu haben sind.

Der Polyhalit entspricht der Formel

$$2\,CaSO_4;\ MgSO_4;\ K_2SO_4;\ H_2O$$

Der Krugit

$$4\,CaSO_4;\ MgSO_4;\ K_2SO_4;\ H_2O$$

Letzterer unterscheidet sich daher von ersterem durch einen höheren Gehalt an Calciumsulfat (Gyps) und ist infolgedessen kaliärmer. Die durchschnittliche Zusammensetzung beider Mineralien ist folgende:

	Polyhalit	Krugit
Kaliumsulfat	28,90 %	18,60 %
Magnesiumsulfat	19,93 „	14,70 „
Chlornatrium	—	1,50 „
Calciumsulfat	45,18 „	61,00 „
Wasser	5,99 „	4,20 „
	100,00 %	100,00 %
Kali	15,62 „	10,05 „

Es ist zu bedauern, daß diese chlorarmen, für viele Zwecke vorzüglich geeigneten Salze nicht in größeren Massen abgelagert vorkommen.

d) Sylvin und Sylvinit.

Der Sylvin ist ein Zersetzungsprodukt des Carnallits, welcher beim Auflösen in Wasser in Chlorkalium und Chlormagnesium zerfällt; aus dieser Lösung scheidet sich beim Verdunsten des Wassers der Sylvin als reines Chlorkalium ab. In den Staßfurter Ablagerungen findet sich derselbe indessen nur eingesprengt und in so geringen Mengen, daß er eine landwirtschaftliche Bedeutung nicht besitzt.

Der Sylvinit, welcher in neuerer Zeit mehr gefördert wird, ist ein sehr kalireiches Rohsalz. Seine nähere Zusammensetzung ist folgende:

Chlorkalium	30,55 %
Schwefelsaures Kalium	6,97 „
Schwefelsaures Magnesium	4,80 „
Chlormagnesium	2,54 „
Chlornatrium	46,05 „
Gyps	1,80 „
Wasser und Unlösliches	7,29 „

Die Summe der Chlorverbindungen des Sylvinits beträgt nach obiger Analyse 79,14 %, der Kaligehalt 23,04 %; auf 1 Teil Kali enthält daher der Sylvinit 3,6 Teil Chlorverbindungen, während in dem Kainit auf die gleiche Menge 4, bei Carnallit sogar 6 Teile Chlorverbindungen kommen. Der Sylvinit ist daher zwar absolut das chlorreichste Salz, aber auf gleiche Mengen Kali ist er gegenüber dem Kainit und Carnallit verhältnismäßig chlorärmer und kann getrost angewendet werden, wenn es auf die Anwesenheit gewisser Mengen von Chlorverbindungen nicht ankommt.

Der kalireiche Sylvinit ist besonders da am Platze, wo es sich um einen Transport auf weitere Entfernungen handelt.

e) Kieserit und sogen. Bergkieserit.

Der Kieserit ist schwefelsaures Magnesium und zählt infolgedessen nicht zu den Kalisalzen, aber unter dem Namen Bergkieserit kommt ein Gemenge von Karnallit und Kieserit vor, welches folgende Zusammensetzung besitzt:

Chlorkalium	11,8 %
Schwefels. Magnesium	21,5 „
Chlormagnesium	17,2 „
Chlornatrium	26,7 „
Gyps	0,8 „
Unlösliches	1,3 „
Wasser	20,7 „

Dieses Salz enthält etwa 7 % Kali und ist als Wiesendünger in der Nähe seiner Fundstätten wohl zu verwerten, da sein Preis ein verhältnismäßig niedriger ist. Auf weitere Entfernungen ist es natürlich nicht mit Vorteil zu transportieren, da das in ihm enthaltene Kali hierdurch verhältnismäßig zu sehr durch Transportkosten belastet wird.

f) Reinere, chlorärmere und chlorfreie Kalisalze.

Die schwefelsaure Kalimagnesia. Unter den Staßfurter Ablagerungen kommt ein Mineral, der Schönit, vor, welches aus reiner schwefelsaurer Kalimagnesia besteht, die Menge desselben ist indessen zu gering, um für den Handel in betracht kommen zu können, dagegen kann man durch Auslaugen des Kainits mit Wasser, wobei sich Kochsalz und Chlormagnesium zuerst löst, eine dem Schönit entsprechende Verbindung herstellen, welche auch als Düngesalz unter dem Namen schwefelsaure Kalimagnesia geht. Dieses Salz besitzt nachstehende Zusammensetzung:

Schwefelsaures Kalium	50,4 %
„ Magnesium	34,0 „
Chlornatrium	2,5 „
Wasser	11,6 „
Kali	27,2 „

Die schwefelsaure Kalimagnesia ist ein Fabrikationsprodukt und kostet infolgedessen verhältnismäßig mehr als die Rohsalze; nach dem augenblicklichen Tagespreis ist das in ihr enthaltene Kali etwa dreimal so theuer als das Kali im Kainit und dreieinhalbmal so theuer als im Karnallit. Man wird daher dieses Salz nur unter solchen Verhältnissen anwenden, wo der Gebrauch der Rohsalze vollkommen ausgeschlossen ist, also zum Düngen von Tabak, des Weinstocks und vielleicht unter gewissen Verhältnissen auch der Zuckerrübe.

Das schwefelsaure Kali. Wenn es darauf ankommt, die Chlorverbindungen vollständig auszuschließen, muß man zu den reineren Fabrikationsprodukten der chemischen Fabriken greifen. Es kommen hierbei zwei Formen der schwefelsauren Kalisalze in betracht, nämlich das reinere 96er und das etwas weniger reine 90er Salz. Die Zusammensetzung beider Salze ist folgende:

	96er schwefelsaures Kali	90er schwefelsaures Kali
Schwefelsaures Kalium	97,2	90,6 %
Chlorkalium	0,3	1,6 „
Schwefelsaures Magnesium	0,7	2,7 „
Chlormagnesium	0,4	1,0 „
Chlornatrium	0,2	1,2 „
Unlösliches	0,2	0,3 „
Wasser	0,7	2,2 „

Kali wird von den Fabriken in den 96er Salz 51,8, in den 90er Salz 48,6 % garantiert. Da sich der Preis des Kalis in diesen reinen Salzen auf etwa 34 Pfennige pro Kilo stellt, so ist die Anwendung derselben für deutsche Verhältnisse ausgeschlossen; sie kann aber in Frage kommen, wo nicht der Preis des Kalis, sondern die Transportkosten die wesentlichste Ausgabe ausmachen, also für exotische Verhältnisse.

g) Die sogenannten calcinierten Düngesalze.

Unter diesem Namen kommen die ausgelaugten Rückstände und Abfälle verschiedener Fabrikationsprodukte in den Handel. Ihr Kaligehalt ist begreiflicherweise sehr verschieden und schwankt von 8—20 % Kali. Von einigen Werken werden auch hochprozentige, calcinierte Salze mit einem Kaligehalt von 28 % und darüber geliefert und das Wasser durch das

Calcinieren entfernt, um einen billigeren Transport auf weite Entfernungen zu ermöglichen. Über die Wirksamkeit dieser Salze liegen Angaben nicht vor, es ist indessen anzunehmen, das dieselbe derjenigen der übrigen Kalisalze gleich ist. Für deutsche Verhältnisse kommen diese Salze kaum in betracht.

Als sich die Staßfurter Industrie in ihren Anfangsstadien befand, glaubte sie in der Landwirtschaft eine Abnehmerin auch ihrer kaliarmen Auslaugerückstände finden zu können und die damals in den Handel gebrachten Salze sind auch vielfach angewendet worden, haben aber, da sie einen sehr ungleichmäßigen Kaligehalt und das Kali vielleicht in einer schwerer löslichen Form als die Rohsalze enthielten, wenig günstige Erfolge ihrer Anwendung ergeben und dazu beigetragen, die Anwendung der Kalisalze überhaupt in Mißkredit zu bringen, aus welchem sie errettet wurden, als man zu der Anwendung der Rohsalze und speziell des Kainits übergegangen ist.

Neuerdings werden diese in der Nähe der Kalifabriken zu mächtigen Halden aufgesammelten Abfallsalze nicht mehr in den Handel gebracht, sondern zum Ausfüllen der Schächte in den Kalibergwerken verwendet, um ein Zusammenstürzen derselben zu verhindern, welches schon mehrfach in gefahrdrohender Weise eingetreten ist.

III. Der Umfang der Anwendung der Kalisalze in der deutschen Landwirtschaft.

In den sechziger Jahren erkannte man, daß sich unter den Staßfurter Salzfunden auch mächtige Ablagerungen von Kalisalzen vorfänden und zögerte nicht, dieselben versuchsweise in der Landwirtschaft zur Anwendung zu bringen. Nach allerhand Mißerfolgen erzielte man den ersten großartigen Erfolg mit der Anwendung derselben bei den Moorkulturen in Cunrau, welche ohne die Anwendung der Kalisalze undenkbar sind. Auch auf dem Sandboden wurden die Kalisalze sodann zur Düngung benutzt, aber zuerst mit sehr wechselndem Erfolge, bis Schulz-Lupitz die Anwendung derselben für den leichten Sandboden in ein System brachte, welches einen sicheren Erfolg der Kalisalze auch für diesen Boden gewährleistet. Seit dieser Zeit hat die Anwendung der Kalisalze einen großartigen Umfang angenommen und wir können Rimpau-Cunrau und Schultz-Lupitz, den beiden Männern, welche den Kalisalzen in der Landwirtschaft die Bahn brachen, nicht dankbar genug sein. Die von Schultz-Lupitz gegründete Dünger- (Kainit) Abteilung der deutschen Landwirtschaft hat endlich das ihrige gethan, um die Anwendung der Kalisalze in die weitesten Kreise zu tragen und der jährlich wachsende Verbrauch von Kalisalzen ist

zum großen Teil der rührigen Thätigkeit der Kainit-Abteilung der deutschen Landwirtschaft zuzuschreiben.

Der Verbrauch der deutschen Landwirtschaft an Kalisalzen wird durch folgende Zahlen ausgedrückt:

	Zollcentner. Kainit	Jahres-zunahme	1884 Errichtung der Dünger-Kainit-Abteilung d. Deutschen Landw. Gesellschaft; diese vermittelte	
			Zollcentner	Jahreszunahme
1880	475 372	—	—	—
1881	407 445	67 927	—	—
1882	608 770	201 325	—	—
1883	962 776	353 996	—	—
1884	972 870	10 104	—	—
1885	1 017 402	44 532	221 044	—
1886	1 316 708	299 306	410 546	189 532
1887	1 689 865	373 157	541 169	130 623
1888	2 104 737	414 872	791 584	250 415
1889	3 006 835	902 098	1 173 000	381 416
1890	3 560 620	553 385	1 424 216	251 216
1891	4 800 016	1 239 396	2 097 550	573 334

Im Laufe eines Jahrzehnts hat sich demnach die Anwendung der Kalisalze für Düngungszwecke verzehnfacht und es ist mit Sicherheit zu erwarten, daß in den nächsten Jahren eine weitere Zunahme in ähnlichem Verhältnis erfolgen wird, da sich die Erkenntnis von der Nützlichkeit der Kalisalze in immer weiteren Kreisen und Gegenden Bahn bricht.

IV. Die zur Erzeugung von Ernten der wichtigsten Kulturpflanzen erforderlichen Kalimengen.

Diese Frage ist in zwei Teile zu zerlegen:

1) Wie hoch ist die Kalimenge, welche durch eine Ernte der verschiedenen Kulturpflanzen dem Boden entzogen wird und welche demnach überhaupt erforderlich ist, um eine Ernte von einer gewissen Höhe zu erzeugen?

2) Hat eine Pflanzenart ein stärkeres oder schwächeres Aufnahmevermögen für die in der Düngung und im Boden enthaltenen Kaliverbindungen als eine andere und besteht hiernach vielleicht für gewisse Pflanzenarten ein besonders starkes Kalibedürfnis, welchem durch die Düngung Rechnung zu tragen ist?

Tabelle I.

Höhe der Ernte; Kali- und Phosphorsäuregehalt der wichtigsten Kulturpflanzen.

	Ernte pro ha Mtr. Ctr. Körner o. Wurzeln.			Ernte pro ha Mtr. Ctr. Stroh o. Kraut.			1000 Th. enthalten			
							Körner o. Wurzeln.		Stroh o. Kraut.	
	hoher.	mittlerer.	niedriger.	hoher.	mittlerer.	niedriger.	Kali	Phosphorsäure.	Kali.	Phosphorsäure.
Futterrüben . . .	600	450	300	120	90	60	4.8	0.8	4.5	1.0
Zuckerrüben . . .	500	320	240	100	65	40	3.8	0.9	4.0	0.7
Kartoffeln	300	150	100	50	25	10	5.8	1.6	4.3	1.6
Roggen	30	16	12	70	50	30	5.8	8.5	8.6	2.5
Weizen	40	25	15	60	40	30	5.2	7.9	6.3	2.2
Hafer	40	20	12	48	30	20	4.8	6.8	16.3	2.8
Gerste	32	20	12	36	25	12	4.7	7.8	10.7	1.9
Erbsen	30	20	12	40	30	24	10.1	8.4	9.9	3.5
Bohnen	30	20	14	50	35	24	12.9	12.1	19.4	2.9
Lupinen (gelbe) . .	24	15	10	25	20	15	11.4	14.2	17.7	2.5
Raps	30	20	12	50	35	25	9.6	16.6	11.3	2.5
Wiesenheu	80	60	40	—	—	—	16.0	4.3	—	—
Kleeheu	60	45	30	—	—	—	18.6	5.6	—	—
Luzerneheu . . .	120	80	50	—	—	—	14.6	5.3	—	—
Esparsetteheu . . .	80	45	30	—	—	—	13.0	4.6	—	—
Wundkleeheu . . .	50	35	20	—	—	—	14.5	4.7	—	—
Serradellaheu . .	60	40	20	—	—	—	31.9	9.1	—	—
Lupinenheu . . .	80	40	25	—	—	—	8.0	5.8	—	—
Incarnatklee . . .	50	36	24	—	—	—	11.7	3.6	—	—
Schwed. Klee . . .	60	48	24	—	—	—	11.1	4.1	—	—
Futterwicken . . .	60	48	32	—	—	—	19.7	6.2	—	—
Grünmais	900	600	250	—	—	—	3.7	1.0	—	—
Tabak (trock. Blätter)	32	20	10	—	—	—	40.9	6.6	—	—
Cichorien	360	240	160	90	65	40	2.6	0.8	4.3	1.0
Hopfen (Dolden) . .	22	12	30	—	—	—	23.0	11.1	—	—

Tabelle

Durch die Ernten werden

Kali. Kg

	In den Körnern oder Wurzeln.			Im Stroh oder Kraut.			Summa.		
	Hohe Ernte.	Mittel-Ernte.	Niedrige Ernte.	Hohe Ernte	Mittel-Ernte.	Niedrige Ernte	Hohe Ernte.	Mittel-Ernte.	Niedrige Ernte.
Futterrüben . . .	288.0	216.0	144.0	54.0	40.0	27.0	342.0	256.5	171.0
Zuckerrüben . . .	190.0	121.6	91.2	40.0	26.0	16.0	230.0	147.6	107.2
Kartoffeln	174.0	87.0	58.0	21.5	10.8	4.3	195.5	97.8	62.3
Roggen	17.4	9.3	7.0	60.2	43.0	25.8	77.6	52.3	32.8
Weizen	20.8	13.0	7.8	37.8	25.2	18.9	58.6	38.2	26.7
Hafer	19.2	9.6	5.8	78.2	48.9	32.6	97.4	58.5	38.4
Gerste	15.0	9.4	5.6	38.5	26.8	12.8	53.5	36.2	18.4
Erbsen	30.3	20.2	12.1	39.6	29.7	23.8	69.9	49.9	35.9
Bohnen	38.7	25.8	18.0	97.0	68.1	46.6	135.7	93.9	64.6
Lupinen (gelbe) . .	27.4	17.1	11.4	44.3	35.4	26.6	71.7	52.5	38.0
Raps	28.8	19.2	11.5	56.5	39.6	28.3	85.3	58.8	39.8
Wiesenheu	128.0	96.0	64.0	—	—	—	128.0	96.0	64.0
Kleeheu	111.2	83.7	55,6	—	—	—	111.2	83.7	55.6
Luzerneheu . . .	185.2	116.8	70.1	—	—	—	185.2	116.8	70.1
Esparsetteheu . . .	104.0	58.5	39.0	—	—	—	104.0	58.5	39.0
Wundkleeheu . . .	72.5	50.8	29.0	—	—	—	72.5	50.8	29.0
Serradellaheu . .	191.4	127.6	76.6	—	—	—	191.4	127.6	76.6
Lupinenheu . . .	64.0	32.0	20.0	—	—	—	64.0	32.0	20.0
Incarnatklee . . .	58.5	42.1	28.1	—	—	—	58.5	42.1	28.1
Schwedischer Klee .	66.6	53.3	26.7	—	—	—	66.6	53.3	26.7
Futterwicken . . .	118.2	94.6	63.0	—	—	—	118.2	94.6	63.0
Grünmais . . .	333.0	222.0	92.5	—	—	—	333.0	222.0	92.5
Tabak (trock. Blätter)	130.9	81.8	40.9	—	—	—	130.9	81.8	40.9
Cichorien	93.6	62.4	41.2	38.7	28.0	17.2	132.3	90.4	58.4
Hopfen (Dolden) .	50.6	27.6	6.9	—	—	—	50.6	27.6	6.9

II.

dem Boden entzogen.

pro ha **Phosphorsäure.**

In den Körnern oder Wurzeln.			Im Stroh oder Kraut			Summa.			Für eine Mittelernte sind erforderlich Mtr. Ctr. Kainit		Für eine Maximalgabe sind erforderlich Mtr. Ctr. Kainit	
Hohe Ernte.	Mittel-Ernte.	Niedrige Ernte.	Hohe Ernte.	Mittel-Ernte.	Niedrige Ernte.	Hohe Ernte	Mittel-Ernte.	Niedrige Ernte.	a) In Stroh, Kraut, Wurzeln und Körnern.	b) Ohne Stroh und Kraut.	a) In Stroh, Kraut, Wurzeln und Körnern.	b) Ohne Stroh und Kraut.
48.0	36.0	24.0	12.0	9.0	6.0	60.0	45.0	30.0	20.7	16.7	26.7	22.5
36.0	28.8	21.6	6.3	4.6	2.8	42 3	33.4	24.4	11.5	9.5	14.7	11.9
48.0	24.0	16.0	8.0	4.0	1.6	56.0	28.0	17.6	7.6	6.8	15.3	13.6
25.5	13.6	10.2	17.5	12.5	7.5	43.0	26.1	17.7	4.1	0.7	6.1	1.4
31.6	19.8	11.9	13.2	8.8	6.6	44.8	28.6	18.5	3.0	1.0	4.6	1.6
27.2	13.6	8.2	13.4	8.4	5.6	40.6	22.0	13.8	4.6	0.8	7.6	1.5
25.0	15.6	9.4	6.8	4.9	2.3	31.8	20.5	11.7	2.8	0.8	4 2	1.2
25.2	16.8	10.1	14.0	10.5	8.4	39 2	27.3	18.5	3.9	1.6	5.5	2.4
36.3	24.2	16.9	14.5	10.2	7.0	50.8	34.4	23.9	7.3	2.0	10.6	3.0
34.1	21.3	14.2	6.3	5.0	3.8	40.4	26.3	18.0	4.1	1.3	5.6	2.1
49.8	33.2	19.9	12.5	8.8	6.3	6.23	42.0	26.2	4.6	1.5	6.7	2.3
34.4	25.8	17.2	—	—	—	34.4	25.8	17.2	—	7.5	—	10.0
33.6	55.2	16.8	—	—	—	33.6	25.2	16 8	—	6.5	—	18.7
63.6	42.4	26 5	—	—	—	63.6	42.4	26.5	—	9.1	—	14.5
37.6	21.2	14.1	—	—	—	37.6	21.2	14.1	—	4.6	—	8.1
23.5	16.5	9.4	—	—	—	23.5	16.5	9.4	—	4.0	—	5.7
54.6	36.4	18.2	—	—	—	54.6	36.4	18.2	—	10.0	—	14.9
46.4	23.2	14.5	—	—	—	46.4	23.2	14.5	—	2.5	—	5.0
18.0	13.0	8.6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
24.6	19.7	9.8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
37.2	29.8	19.8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
90.0	60.0	25.0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
21.1	13.2	6.6	—	—	—	21.1	13.2	6.6	—	6.4	—	10.2
28.8	19.2	12.8	9.0	6.5	4.0	37.8	25.7	19.3	—	4.9	—	7.3
24.4	13.3	3.3	—	—	—	24.4	13.3	3.3	—	2.2	—	3.9

Wir werden im Verlauf unserer Erörterungen finden, daß sich die Düngung nicht allein nach dem absoluten Kalibedürfnis, sondern noch mehr nach dem verschiedenen Aufnahmevermögen der verschiedenen Pflanzen für die Kaliverbindungen des Bodens zu richten hat.

1) Die in den verschiedenen landwirtschaftlichen Kulturpflanzen enthaltenen Kalimengen.

Zur Übersicht über den prozentischen Kaligehalt der wichtigsten landwirtschaftlichen Kulturpflanzen geben wir zunächst eine Zusammenstellung, welche den bekannten ausführlichen Tabellen von Emil Wolff entnommen ist.*)

Unter Benutzung dieser Zahlen können wir eine Rechnung darüber ausführen, wie große Mengen von Kali erforderlich sind, um eine mittlere, hohe und niedrige Ernte unserer landwirtschaftlichen Kulturpflanzen hervorzubringen. Diese Rechnung ist in der Tabelle II ausgeführt, welche ohne weiteres verständlich ist. In der Hülfstabelle I haben wir die Höhen der Erträge, welche wir unseren Rechnungen zu Grunde legten, des besseren Verständnisses halber hinzugefügt.

Aus diesen Tabellen erfahren wir nun folgendes über den Kaligehalt und den gesamten Kalibedarf der verschiedenen Gruppen von landwirtschaftlichen Kulturpflanzen:

a) Der prozentische Kaligehalt der wichtigsten landwirtschaftlichen Kulturpflanzen.

Im prozentischen Kaligehalt überragt die Tabakspflanze (getrocknete Blätter) alle übrigen Pflanzen, denn ihr Kaligehalt stellt sich auf im Mittel 40,9 Teile Kali in 1000 Teilen der getrockneten Blätter, man kann dieselbe daher als die spezifischste Kalipflanze bezeichnen und wir werden später auch sehen, daß für die Düngung der Tabakpflanze die Kalifrage die allerwichtigste ist, um so mehr als es gerade bei der Tabakpflanze auf die Form der Kalidüngung ganz besonders ankommt.

Es folgt sodann im prozentischen Kaligehalt die Gruppe der spezifisch Kohlenhydrate- erzeugenden Gewächse, der Futter- und Zuckerrüben und der Kartoffeln, welchen man auch noch die Cichorie anfügen kann. Man darf bei denselben, wenn man einen Vergleich des prozentischen Kaligehaltes mit anderen Ernteprodukten anstellen will, nicht einfach auf die frische Substanz rechnen, sondern muß eine Umrechnung auf den gleichen Wassergehalt mit anderen Erzeugnissen vornehmen; führen wir diese Rechnung auf einen Wassergehalt von durchschnittlich 12 % aus, so erhalten wir folgende prozentischen Kaligehalte:

---

*) Emil v. Wolff „Der Aschengehalt der landwirtschaftlichen Kulturpflanzen“; Berlin, Verlag von Paul Parey.

Futterrüben	35,2	Teile Kali in 1000 Teilen
Zuckerrüben	17,7	„ „ „ „ „
Kartoffeln	20,4	„ „ „ „ „
Cichorien	11,4	„ „ „ „ „

Im prozentischen Kaligehalt folgen sodann die Futterkräuter und zwar sowohl die zur Gruppe der Gramineen, wie zu derjenigen der Leguminosen gehörigen. Es tritt uns hier mit dem höchsten Kaligehalt die Serradella mit 31,9 Teilen in 1000 Teilen heutrockner Substanz entgegen; es folgt sodann das Rotkleeheu mit 18,6 Teilen Kali und darauf das Wiesenheu mit 16 Teilen Kali in 1000 Teilen Substanz und diesen schließen sich unmittelbar das Luzerne-, Esparsette- und Wundkleeheu mit durchschnittlich 14 Teilen Kali an.

Von den Körnern sind die Leguminosen die bei weitem kalireichsten, nämlich:

Erbsen	10,1	Teile Kali in 1000 Teilen
Bohnen	12,9	„ „ „ „ „
Lupinen	11,4	„ „ „ „ „
Mittel	11,5	„ „ „ „ „

Dagegen sind die Körner der Cerealien sehr viel ärmer an Kali als die vorher erwähnten, diese enthalten nämlich:

Roggen	5,8	Teile Kali in 1000 Teilen
Weizen	5,2	„ „ „ „ „
Hafer	4,8	„ „ „ „ „
Gerste	4,7	„ „ „ „ „
Mittel	5,1	„ „ „ „ „

Aus diesem verhältnismäßig niedrigen Kaligehalt der Cerealienkörner darf man aber durchaus nicht auf ein geringes Kalibedürfnis schließen, denn das Stroh derselben Pflanzen ist sehr reich an Kali, wie nachstehende Zahlen beweisen:

Haferstroh	16,3	Teile Kali in 1000 Teilen
Gerstenstroh	10,7	„ „ „ „ „
Roggenstroh	8,6	„ „ „ „ „
Weizenstroh	6,3	„ „ „ „ „
Mittel	10,5	„ „ „ „ „

Das Stroh der Leguminosen ist freilich noch reicher an Kali als dasjenige der Cerealien:

Erbsenstroh	9,9	Teile Kali in 1000 Teilen
Bohnenstroh	19,4	„ „ „ „ „
Lupinenstroh	17,7	„ „ „ „ „
Mittel	15,7	„ „ „ „ „

Den Leguminosen steht daher am nächsten in der Zusammensetzung seines Strohs der Hafer, welcher übrigens auch in der näheren Zusammensetzung der Körner und speziell seiner Eiweißstoffe den Leguminosen nahe steht

Als sehr kalireiches Gewächs ist endlich auch noch der Hopfen mit 23 Teilen Kali in 1000 Teilen der lufttrocknen Dolden zu nennen.

b) Die zur Erzeugung von Ernten der verschiedenen Kulturpflanzen erforderlichen Kalimengen.

Man kann natürlich erst einen Schluß auf die Höhe des absoluten Kalibedürfnisses der verschiedenen landwirtschaftlichen Kulturpflanzen machen, wenn man den prozentigen Kaligehalt in Beziehung zu den Erträgen derselben Pflanzen setzt. Dieses ist nun in der oben mitgeteilten Tabelle II geschehen, welcher für unsere besonderen Zwecke folgendes entnommen werden mag.

Die bei weitem größten Kalimengen werden zur Produktion einer Ernte von Futterrüben gebraucht. Die Tabelle II lehrt uns, daß eine Mittelernte derselben 256,5 kg Kali pro ha in Anspruch nimmt, während für die Produktion einer hohen Ernte sogar 342,0 kg erforderlich sind. Diese Kalimenge wird durch 20,7 bezw. 26,7 Meterzentner Kainit repräsentiert, wenn wir einen dem Praktiker geläufigen Ausdruck für die erforderlichen Kalimengen wählen wollen. (Dieses würde 10 bezw. 13 Zentner Kainit für den Morgen entsprechen.) Da es nicht ratsam ist, diese Mengen in einer einzigen für die Futterrüben bestimmten Düngung zu geben, so ist die Düngung der Vorfrüchte so einzurichten, daß die Rüben im Boden den erforderlichen Rest dieser Düngung vorfinden. Wir werden bei der speziellen Besprechung der Düngung für die einzelnen Feldfrüchte ausführlicher auf diesen Gegenstand zurückzukommen haben.

Auch die Zuckerrüben sind sehr kalibedürftige Pflanzen, denn eine Mittelernte entzieht dem Boden (in den Rüben und den Blättern) 147,6 bezw. 188,0 kg Kali pro ha. Wenn trotzdem die Kalidüngung für die Zuckerrüben bisher eine weite Verbreitung nicht gefunden hat, so spricht dieses dafür, daß man bisher die Zuckerrüben in einem an Kaliverbindungen sehr reichen Boden, der eines Zuschusses durch die Düngung bisher nicht bedurfte, angebaut hat. Da man nun aber neuerdings mit dem Anbau der Zuckerrüben auch in kaliärmere Bodenarten gegangen ist, so dürfte die Anwendung der Kalisalze für die Zuckerrübe demnächst auch eine brennende Frage werden. Übrigens ist es bei dem hohen Kalibedürfnis der Zuckerrüben sehr wahrscheinlich, daß man auch in kalireicheren Bodenarten demnächst an einen Ersatz des Kalis zu denken hat (s. w. u.).

Auch die Kartoffeln, welche wir in dem vorigen Abschnitt als spezifische Kalipflanzen kennen lernten, entziehen dem Boden sehr große

Kalimengen und da der Anbau derselben vorwiegend in den leichteren, kaliärmeren Bodenarten erfolgt, so ist hier die Kalifrage längst eine hochwichtige und für das Gedeihen des Kartoffelbaues brennende geworden. Aus der Tabelle II ist zu ersehen, daß eine Mittelernte Kartoffeln 97,8, eine hohe Ernte, wie sie durch den Anbau der neueren ertragreichen Spielarten unter günstigen Verhältnissen wohl zu machen ist, aber die sehr große Menge von 195,5 kg Kali gebraucht.

Von größter Wichtigkeit ist sodann die Zuführung von reichlichen Kalimengen für die Erzeugung der Futterkräuter, sowohl aus der Gruppe der Gramineen, wie auch derjenigen der Legimunosen. Die Tabelle II lehrt uns, daß zur Produktion einer mittleren Ernte von den Wiesen 96,0 kg Kali, entsprechend 7,5 Meterzentner Kainit (fast 4 Zentner pro Morgen), erforderlich sind. Für eine hohe Ernte steigt diese Menge sogar auf 128,0 kg, entsprechend 10 Meterzentner Kainit pro ha. Man kann hieraus ersehen, welche Wichtigkeit die Kalidüngung für die sichere Produktion von Ernten unserer Wiesen besitzt und wir werden auf diesen Punkt später noch sehr ausführlich zurückzukommen haben.

Nicht minder groß, in einigen Fällen sogar denjenigen der Wiesengräser überragend, ist der Kaligehalt der Leguminosen-Futterkräuter; unter denselben steht die Serradella mit einer Kalimenge von 127,6 in einer Mittelernte und einem solchen von sogar 191,4 kg Kali in einer hohen Ernte obenan, was sich dadurch erklärt, daß das Serradellaheu mit Ausnahme der Tabaksblätter das kalireichste landwirtschaftliche Produkt ist (31,9 p m Kaligehalt). Dem Serradellaheu steht am nächsten das Luzerneheu, welches dem Boden ebenfalls sehr hohe Kalimengen entzieht, 116,8 kg in einer mittleren und 285,2 kg in einer hohen Ernte. Die übrigen Leguminosen-Futterpflanzen bleiben allerdings in ihrem Kalibedürfnis hinter der Serradella und der Luzerne zurück, aber immerhin entziehen sie dem Boden im Durchschnitt die ansehnliche Menge von 60—70 kg Kali im Laufe eines Jahres.

Wenn wir endlich zu den für die Zwecke der Körnererzeugung angebauten Pflanzen übergehen, so sehen wir aus den Zahlen der Tabelle II, daß die Leguminosen in ihrem Kalibedarf weit über demjenigen der Cerealien stehen. Von denselben ist die in einer Bohnenernte enthaltene Kalimenge die höchste (93,9 in einer Mittelernte und 135,7 kg Kali in einer hohen Ernte); auf dieselben folgen die Lupinen und den verhältnismäßig niedrigsten Kalibedarf haben die Erbsen mit etwa 50 kg Kali in einer mittleren und 60 kg in einer hohen Ernte. Diese nähern sich damit schon dem geringeren Kalibedürfnis der Cerealien. Von letzteren entzieht der Roggen und der Hafer dem Boden die verhältnismäßig größten Kalimengen (Roggen 52,3 kg in einer mittleren, 77,6 in einer hohen Ernte, Hafer 58,5 bezw. 97,4 kg).

Weit geringer sind dagegen die Kalimengen, welche für die Produktion einer Gersten- und Weizenernte beansprucht werden, denn hier treffen wir die verhältnismäßig niedrigen Zahlen von 30—40 kg Kali für eine mittlere und 50—60 kg für eine hohe Ernte an. Wir dürfen daraus aber nicht ohne weiteres schließen, daß Gerste und Weizen einer geringeren oder gar keiner Kalidüngung bedürftig sind, vielmehr wird im nächsten Abschnitt dargelegt werden, daß das Düngerbedürfnis durchaus nicht mit dem absoluten Kaligehalt der Ernte Hand in Hand geht; es ist sehr wahrscheinlich, daß die eine Pflanze ein viel höheres Vermögen, sich die in dem Boden enthaltenen Kalimengen anzueignen besitzt, als die andere.

Bei den Cerealien und den für die Zwecke der Körnergewinnung angebauten Leguminosen müssen wir aber auch noch einen Blick auf die Verteilung des Kalis in den Körnern und dem Stroh werfen, weil in dieser Beziehung beachtenswerte Verhältnisse vorliegen. Die bei weitem kleinere Kalimenge ist nämlich sowohl bei den Leguminosen, wie auch bei den Cerealien in den Körnern, dagegen die bei weitem größere in dem Stroh enthalteu. Zum Beweise wollen wir nur einige Zahlen aus der Tabelle II anführen.

Eine Mittelernte enthält:

	in den Körnern	im Stroh		Verhältnis von Kali in den Körnern: Kali im Stroh = 1:
Roggen	9,3	43,0	kg Kali pro ha	4,6
Weizen	13,0	25,2	" " "	2,0
Hafer	9,6	48,9	" " "	5,1
Gerste	9,4	26,8	" " "	2,9
Mittel	10,3	36,0	" " "	3,6
Erbsen	20,2	29,7	" " "	1,5
Bohnen	25,8	68,1	" " "	2,6
Lupinen	17,1	35,4	" " "	2,1
Mittel	21,0	44,4	" " "	2,1

Wir können aus den vorstehenden Zahlen ersehen, daß die bei weitem größte Kalimenge und zwar sowohl bei den Leguminosen, wie auch den Cerealien im Stroh niedergelegt ist, freilich mit dem quantitativen Unterschiede, daß die Cerealien verhältnismäßig noch größere Kalimengen als die Leguminosen in Stroh enthalten. Dieses Verhältnis ist in einem gewissen Sinne beruhigend, denn wir erhalten hieraus die Kenntnis, daß, wenn das Stroh nicht aus der Wirtschaft ausgeführt wird, sondern verfüttert oder als Streustroh verwendet in Dünger verwandelt wird, ein

nur verhältnismäßig kleiner Teil des zur Produktion einer Ernte erforderlichen Kalis mit den verkauften Körnern der Wirtschaft entzogen wird.

Auf den hohen Kaligehalt einer Ernte der Ölfrüchte, für welche als Beispiel der Raps in der Tabelle II angeführt ist, sowie namentlich auch einer solchen des Tabaks mag an dieser Stelle dringendst hingewiesen werden. Für den Tabak haben sich ja auch die kalihaltigen Düngemittel längst als unentbehrlich eingebürgert, was nicht wundern kann, wenn wir erwägen, daß die trocknen Tabaksblätter die kalireichsten Pflanzenteile sind (sie enthalten 40,9 Teile Kali in 1000 Teilen) und daß eine Mittelernte 81,8, eine hohe aber 130,9 kg Kali pro ha enthält.

c) Verschiedene Pflanzen vermögen die in dem Boden enthaltenen Nährstoffmengen sich mit einer sehr verschiedenen Kraft, die einen leichter, die anderen schwerer, anzueignen.

Es ist eine längst bekannte Thatsache, daß die verschiedenen Kulturpflanzen in sehr verschiedener Weise auf eine Düngung mit Kalisalzen reagieren. Man sollte von vornherein meinen, daß diejenigen Pflanzen, welche in einer Ernte die größten Kalimengen enthalten, auch für die Kalidüngung am dankbarsten sein müßten. Dieses ist jedoch durchaus nicht der Fall, wenigstens nicht ohne viele Ausnahmen. So reagieren z. B. Wiesenpflanzen und Lupinen sehr intensiv auf eine Kalidüngung und entsprechen damit der Annahme, daß die kalireichsten Pflanzen auch das größte Kalidüngerbedürfnis zeigen müßten. Dagegen reagieren Futterrüben und Zuckerrüben, ebenso auch wie die Kartoffeln keineswegs immer mit derselben Sicherheit auf die Kalidüngung, während die Getreidearten, trotzdem sie verhältnismäßig die geringsten Kalimengen enthalten, für eine Kalidüngung mit großer Sicherheit in jedem, einigermaßen kaliarmen Boden dankbar sind. Diese Erscheinung ist nur daraus zu erklären, daß verschiedene Pflanzen eine sehr verschiedene Fähigkeit besitzen, die in dem Boden in schwerer löslicher Form enthaltenen Kaliverbindungen zu lösen und sich zu eigen zu machen, woraus ohne weiteres folgt, daß eine Pflanze, welche ein sehr starkes Lösungsvermögen für die Bodenbestandteile besitzt, mit einer verhältnismäßig schwächern Düngung auskommen kann, auch wenn sie im ganzen einen hohen Nährstoffbedarf hat; natürlich nur so lange, als überhaupt im Boden noch erhebliche Mengen auflösbarer Bestandteile enthalten sind.

Die Frage des Lösungsvermögens der verschiedenen Pflanzen für die Nährstoffe des Bodens ist allerdings keine abgeschlossene, und wir können noch nicht viel mehr als einige Andeutungen hierüber geben, welche wir den Veröffentlichungen von P. Wagner und praktischen Erfahrungen entnehmen. Nach Wagner kann man folgendes anführen:

1) Die Cerealien haben ein großes Kalidüngerbedürfnis, dasselbe ist jedoch bei den verschiedenen Arten nicht gleich.

Das verhältnismäßig geringste Kalibedürfnis soll der Hafer besitzen; bei weitem größer ist dasjenige von Roggen und Weizen, das allergrößte zeigte aber bei Wagners Versuchen die Gerste. Wie ungleich größer die Aufnahmefähigkeit des Hafers für die Kaliverbindungen des Bodens als diejenige der Gerste ist, kann aus folgenden Zahlen Wagners (die Kaliphosphatdüngung, 1889) ersehen werden:

Während bei Zufuhr von allen übrigen Nährstoffen mit alleiniger Ausnahme des Kalis die Gerste produzirte:

auf Lehmboden 45 g Trockensubstanz,
„ Sandboden 19 „ „

wurden unter sonst gleichen Bedingungen vom Hafer erhalten:

auf Lehmboden 151 g Trockensubstanz,
„ Sandboden 96 „

Da das Haferstroh sehr viel reicher an Kali als das Gerstenstroh ist und die Körner nicht wesentlich verschiedene Kalimengen enthalten, so ist der Kalibedarf einer Halerernte größer als derjenige einer Gerstenernte und der Umstand, daß der Hafer ohne eine Kalidüngung auf demselben Boden 4—5 mal so viel Trockensubstanz als die Gerste produzierte, ist nur dadurch zu erklären, daß letztere ein bei weitem schwächeres Aufnahmevermögen für die Kaliverbindungen des Bodens besitzt. Die sich hieraus ergebende Konsequenz ist, daß die Kalidüngung in einem an Kaliverbindungen ärmeren Boden für die Gerste bei weitem notwendiger als für den Hafer ist.

2) Die Erbsen zeigen bei Wagners Versuchen ein stärkeres Aufnahmevermögen für Kali als die Cerealien, denn derselbe Boden, welcher zu den oben angeführten Versuchen mit Cerealien verwendet wurde, produzierte an Erbsen:

Lehmboden 128 g Trockensubstanz,
Sandboden 80 „ „

An Gerste wurden, wie oben angegeben nur 45, bezw. 19 g Trockensubstanz erzeugt.

Damit soll jedoch nicht gesagt sein, daß die Kalidüngung für die Erbsen überflüssig sei, im Gegenteil, wir werden später sehen, daß sie unter Umständen als sehr nützlich anzusehen ist; aber die höchsten Erfolge wird man von derselben nicht immer, sondern nur unter Verhältnissen, wo der Boden außergewöhnlich kaliarm ist, erwarten dürfen.

3) Die Kartoffeln, Zuckerrüben und Futterrüben.

Bezüglich derselben will sich Wagner noch nicht ganz bestimmt aussprechen, da er nur von einem Jahre brauchbare Versuche hat. Nach denselben scheint aber die Kartoffel keine sehr reichliche Düngung mit Kalisalzen zu lieben, besonders dann, wenn der Boden aus leichtem Sande besteht. Die Kartoffel scheint mehr das vom Boden gebundene, absorbierte Kali zu lieben und es würde daraus folgen, daß man dieselbe in Bodenarten mit einer stärkeren absorbierenden Kraft mit größeren Mengen von Kalisalzen düngen dürfe, als in leichteren Bodenarten mit einer schwächeren absorbierenden Kraft. Für letztere würde daher die Düngung der Vorfrucht mit Kalisalzen ganz besonders in Frage kommen und wir werden bei der speziellen Besprechung sehen, daß die Praxis im Allgemeinen auch die Vorfruchtdüngung für die Kartoffel vorzieht. Hierbei kommt ja auch noch in Betracht, daß die Nebensalze der rohen Staßfurter Kaliverbindungen in ungünstiger Weise auf den Stärkegehalt der Kartoffeln einwirken, wenn dieselben direkt zur Anwendung gebracht werden, während sie, bei der Vorfrucht gegeben, diesen Schaden verlieren. Auch das Kalidüngerbedürfnis der Zuckerrüben und Futterrüben scheint kein großes zu sein. Dieselben können sich wahrscheinlich das im Boden vorhandene Kali leicht aneignen.

4) Die Wiesenpflanzen. Hier kann nicht der geringste Zweifel sein, daß wir es mit sehr kalibedürftigen und gegen eine Kalidüngung sehr dankbaren Pflanzen zu thun haben. Die großartigen Erfolge, welche man mit der Anwendung der Kalisalze auf Wiesen erzielte, haben ja die Aufmerksamkeit der Landwirte in erhöhtem Maße auf diese Düngemittel gelenkt und seit dieser Zeit ist die Anwendung der Kalisalze erst recht in allgemeinen Gebrauch gekommen. Vorzüglich ist dieses natürlich auf den Wiesen des kaliarmen Bodens, also den Sand- und Moorwiesen, der Fall; diese aber werden heute wohl kaum noch an irgend einer Stelle ohne die Anwendung der Kalisalze bewirtschaftet.

Die Wiesenpflanzen besitzen außerdem die Fähigkeit, wenn ihnen Kali in überreichen Mengen geboten wird', gewissermaßen eine Luxuskonsumtion damit vorzunehmen und sich über das gewöhnliche und für ihre Produktion nötige Maß an Kali anzureichern, eine Eigenschaft, welche übrigens in gewissem Maße auch den anderen Kulturpflanzen eigen sein dürfte. Da es nun kaum möglich ist, die Wiesen mit Kali so zu überdüngen, daß hierdurch ein direkter Schaden angestiftet würde, so hat man in einer reichlichen

Düngung der Wiesen ein ausgezeichnetes Mittel, den Kalivorrat einer Wirtschaft zu vermehren. Das den Wiesen reichlich gebotene Kali wird in dem Heu wieder zum Vorschein kommen, mit dem letzteren an die Tiere verfüttert, in den Dünger übergehen und so auf das Feld gebracht, das Kalibedürfnis derjenigen Pflanzen, welche man nicht mit so hohen Kalisalzmengen düngen kann, als sie gebrauchen, speziell der Kartoffeln und Zuckerrüben, befriedigen. Beiläufig bemerkt, gilt die gleiche Ausführung für das Stroh des Getreides, welches durch eine Kalidüngung ebenfalls erheblich kalireicher wird und auf diese Weise den Kaligehalt des Stalldüngers vermehrt.

Aus diesen Angaben folgt, daß es nicht genügt, nur einen einfachen Ersatz für die durch die Ernten entzogenen Kalimengen zu geben, sondern es muß, bis der Boden eine gewisse Anreicherung erfahren hat, sogar ein ziemlich erheblicher Überschuß gegeben werden, wenn man darauf rechnen will, die höchsten Ernten zu erzielen, denn auch diejenigen Pflanzen, denen die Aufnahme der Nährstoffe verhältnismäßig leicht wird, können doch nicht die ganze Menge einer Düngung in einem Jahre ausnutzen.

Wir wollen zum Beweise einige von Fleischer in seinem neuesten Bericht über die Arbeiten der Moorkulturstation angeführte Zahlen mitteilen. (Landwirtschaftliche Jahrbücher, 20. Band, 1891, Seite 719.)

Die Kartoffelerträge wurden bei einigen Versuchen in folgendem Verhältnis durch die Düngung mit Kainit, bei Vorhandensein eines Überschusses der übrigen Nährstoffe, gesteigert:

Düngung mit:	kein Kali	100 kg Kali	150 kg Kali	200 kg Kali
Hesse, Hinzendorf	8 360	18 060	19 654	20 805 kg p. ha
Fricke, Schanzendorf	11 550	20 950	23 075	24 150
Gellner, Giersdorf	8 503	19 229	21 319	22 796
Mittel	9 471	19 413	21 349	22 584
Kali in der Ernte kg	54,9	112,6	124,1	131,0

Der Boden gab also in diesem Falle 54,9 kg Kali für die Kartoffelernte her; durch eine Düngung mit 100 kg Kali wurde aber noch keineswegs die höchste Produktion erreicht, denn als die Kalimengen auf 150 und 200 kg vermehrt wurden, trat noch eine sehr erhebliche Steigerung der Kartoffelerträge ein, trotzdem in der Düngung von 100 kg Kali soviel Kali zugeführt war, daß im Verein mit demjenigen, was der Boden hergeben konnte, der unter diesen Verhältnissen mögliche, höchste Ertrag hätte erzielt werden können. Dieses geschah aber nicht, sondern die Düngung

mit 100 kg Kali wurde nur zu 57,7 % ausgenutzt und die darauf folgende noch schlechter. Es folgt also daraus, daß die einfach zur Produktion der betreffenden Maximalernte ausreichende Kalimenge von der Kartoffel nicht vollkommen ausgenutzt werden konnte, trotzdem die Kartoffel eine Pflanze ist, welche nach Wagner das Boden- und Düngerkali leicht sich anzueignen vermag. Dieselbe Beobachtung von Fleischer liegt auch für den Hafer vor, so daß dieselbe für die Kartoffeln nicht vereinzelt dasteht (auch der Hafer hat nach Wagner die Fähigkeit, sich das Kali leicht anzueignen):

Düngung mit:	kein Kali	100 kg Kali	150 kg Kali	200 kg Kali
Hafererernte Körner	195	848	1068	1185
Stroh	1343	3813	4015	3945
Kali in der Ernte Summa kg	7,39	22,37	24,40	24,63

Trotzdem also die Ausnutzung der Kalidüngung eine sehr geringe war, wurde durch eine stärkere Gabe ein immerhin ansehnlicher Mehrertrag erzielt — ein Beweis, daß auch die Haferpflanze mit einem großen Überschuß gedüngt werden muß, wenn sie die höchste Produktion erreichen soll.

Allerdings könnte man hierbei sagen, daß die über die erste Düngung hinaus erfolgenden Ertragserhöhungen nicht durch das Kali der Düngung, sondern durch die Nebensalze hervorgebracht worden seien, ein Einwurf, den wir vorläufig nicht ganz von der Hand weisen wollen; für die praktischen Verhältnisse ändert derselbe jedoch nichts, denn man würde dann den Satz aufstellen müssen, daß man die Kulturpflanzen mit größeren Mengen der Rohsalze zu düngen habe, als dem für die Produktion der höchsten Ernten entsprechenden Kaligehalt derselben entspricht. Die Frage der Nebensalze wird in einem besonderen Abschnitt behandelt werden.

V. Der Kaligehalt der verschiedenen Bodenarten.

Es würde zu weit führen, wollten wir an dieser Stelle den Kaligehalt der verschiedenen Bodenarten nach zahlreichen Analysen, deren Methoden noch dazu nicht immer übereinstimmen, anführen und es mag deshalb genügen, daß wir zur Charakteristik aus der großen Zahl vorhandener Untersuchungen einige herausgreifen. Wir folgen dabei einer Untersuchung von Loges (nach Biedermanns agric.-chem. Centralblatt, 1883, 299), welcher bei Gelegenheit von Felddüngungsversuchen eine große Anzahl Bodenarten untersuchte. Derselbe fand, daß von 12,5 prozentiger kalter Salzsäure aus den verschiedenen Bodenarten gelöst wurden auf 100 000 Teile Boden:

Marschboden	58 Teile Kali	97 Teile Phosphorsäure
Milder Lehmboden	42 „ „	57 „ „
Lehmiger Sand	23 „ „	58 „ „
Sandboden	18 „ „	44 „ „

Den höchsten Kaligehalt haben demnach die an Feinerde reichsten Bodenarten, nämlich der Marsch- und milde Lehmboden, während von den Bodenarten mineralischer Natur der Sandboden den bei weitem geringsten besitzt. Von 25 typischen Lehmbodenarten (dem eigentlichen Zuckerrübenboden), welche im Laboratorium der Versuchsstation Halle untersucht wurden, enthielten an Kali, welches in halbverdünnter käuflicher Salzsäure (1 l auf 100 g Boden) löslich war:

Maximum	0,464 % Kali
Minimum	0,270 „ „
Mittel	0,369 „ „

Diese Zahlen sind fast zehnmal so hoch als die von Loges angegebenen, was offenbar damit zusammenhängt, daß in Halle eine concentriertere, etwa 25 % Chlorwasserstoff enthaltende Säure zum Lösen angewendet wurde. Auch Fleischers Zahlen liegen höher als die von Loges angegebenen.

Viel geringer ist der Kaligehalt des Moorbodens, namentlich nach Fleischers Untersuchungen des Hochmoorbodens, welcher in der Ackerkrume auf Pflugtiefe häufig so geringe Kalimengen enthält, daß dieselben kaum für zwei volle Kartoffelernten ausreichen. Der Hochmoorboden enthält z. B. nach Fleischer selten über 300 kg Kali auf Pflugtiefe, das Heidemoor dagegen schon 600 kg, der Lehmboden dagegen 4000 und der Marschboden sogar 6000 kg Kali pro ha.

Wir erhalten demnach das Resultat, daß die kaliärmsten Bodenarten der Sandboden und Moorboden sind; auf diese beiden Bodenarten wird sich die Kalidüngung vorwiegend zu erstrecken haben, denn nur in den seltensten Fällen wird in denselben so viel Kali, als zur Produktion von mehreren Ernten ausreicht, enthalten sein.

Diese Bodenarten sind also unter allen Umständen mit Kalisalzen zu düngen und sie werden auch fast immer dafür dankbar sein; darum aber soll man die Düngung mit Kali nicht auf dieselben beschränken, denn es ist durchaus nicht gesagt, daß die übrigen Bodenarten nicht auch unter Umständen für eine Kalidüngung dankbar sein können. Wenn man in den kalireicheren Bodenarten eine den Kalivorrat des Bodens stark in Anspruch nehmende Fruchtfolge eingehalten hat, wird auch in diesen mit der Zeit ein Bedürfnis nach einer Kalidüngung eintreten und im weiteren Verlauf der Besprechungen wird gezeigt werden, daß dieses zum Teil in

dem Zuckerrübenboden, den man seit Jahrzehnten ohne einen rechten Ersatz des Kalis bewirtschaftete, bereits eingetreten zu sein scheint. Man darf sich also auf den Kalireichtum des Bodens nicht allzusehr und auf die Dauer verlassen und Versuche zur Prüfung, ob unter gewissen wirtschaftlichen Verhältnissen eine Kaliarmut eingetreten ist, dürfen unter keinen Umständen unterlassen werden, namentlich, wenn die statische Rechnung lehrt, daß man das Kalikapital des Bodens stark angreift. Für diesen Zweck sind die statischen Berechnungen von hohem Nutzen, wenn sie auch in ihrem Wert für andere Zwecke zuweilen überschätzt werden.

Der Natur der Sache nach werden allerdings die folgenden Erörterungen sich vorwiegend mit der Anwendung der Kalisalze in dem kaliarmen Moor- und Sandboden zu beschäftigen haben.

VI. Beispiele von Fruchtfolgen und ihres Kalibedarfes.

A. Guter Boden.

			Kali kg pro ha		Phosphorsäure kg pro ha
1. Weizen	40	Mtr.-Ztr. pro ha	38.2		28.6
Zuckerrüben	400	„ „ „	184.0		33.8
Gerste	32	„ „ „	36.2		20.5
Klee	45	„ „ „	83.7		25.2
		Summa	342.1		108.1
pro Jahr			85.5		27.0
Mtr.-Ztr. Kainit pro Jahr			6.85	Thomasphosph.	1.35
Ztr. pro Morgen			3 1/2	(20 %)	0 2/3

			Kali kg pro ha		Phosphorsäure kg pro ha
2. Erbsen	30	Mtr.-Ztr. pro ha	69.9		39.2
Weizen	40	„ „ „	38.2		28.6
Zuckerrüben	400	„ „ „	184.0		33.8
Weizen	40	„ „ „	38.2		28.6
Zuckerrüben	400	„ „ „	184.0		33.8
Gerste	32	„ „ „	36.2		20.5
		Summa	550.5		184.5
pro Jahr			91.8		30.8
Mtr.-Ztr. Kainit pro ha			7.35	Thomasposph.	1 1/2
Ztr. pro Morgen			3 3/4	„	0 3/4

	Kali kg pro ha		Phosphorsäure kg pro ha
3. Wenn an Stelle der Erbsen Kartoffeln angebaut werden:			
Summa	664.3		206.6
pro Jahr	110.7		34.4
Mtr.-Ztr. Kainit pro ha	8 3/4	Thomasphosph.	1 3/4
Ztr. pro Morgen	4 1/4	"	0 4/5

B. Sandboden.

			Kali kg pro ha		Phosphorsäure kg pro ha
1. Klee	45	Mtr.-Ztr. pro ha	83.7		25.2
Roggen	16	" " "	52.3		26.1
Kartoffeln	250	" " "	150.0		46.6
Erbsen	20	" " "	49.9		27.3
Roggen	16	" " "	52.3		25.2
Kartoffeln	250	" " "	150.0		46.6
Hafer	30	" " "	78.0		31.3
		Summa	616.2		228.3
pro Jahr			88.0		32.6
Mtr.-Ztr. Kainit pro ha			7.0	Thomasphosp.	1 2/3
Ztr. pro Morgen			3 1/2	"	0 3/4

			Kali kg pro ha		Phosphorsäure kg pro ha
2. Roggen	16	Mtr.-Ztr. pro ha	52.3		26.1
Kartoffeln	250	" " "	150.0		46.6
Roggen	16	" " "	52.3		26.1
Klee	45	" " "	83.7		25.2
		Summa	338.3		124.0
pro Jahr			84.6		31.0
Mtr.-Ztr. Kainit pro ha			6 2/3	Thomasphosph.	1 1/2
Ztr. pro Morgen			3 1/3	"	0 3/4

			Kali kg pro ha		Phosphorsäure kg pro ha
3. Roggen	16	Mtr.-Ztr. pro ha	52.3		26.1
Hafer	20	" " "	58.5		22.0
Futterrüben	450	" " "	256.5		45.0
Roggen	16	" " "	52.3		26.1
Klee	45	" " "	83.7		25.2
		Summa	503.3		144.4

			Kali kg pro ha		Phosphorsäure kg pro ha
pro Jahr			100.7		28.9
Mtr.-Ztr. Kainit pro Jahr			8.0	Thomasphosph.	1½
Ztr. pro Morgen			4.0	„	0¾

4. Erbsen	15	Mtr.-Ztr. pro ha	45.0		18.5
Roggen	16	„ „ „	52.3		26.1
Kohlrüben	400	„ „ „	240.0		40.0
Hafer	20	„ „	58.5		22.0
Klee	45	„ „ „	83.7		25.2
Roggen	16	„ „ „	52.3		26.1
		Summa	531.8		157.9
pro Jahr			88.6		26.3
Mtr.-Ztr. Kainit pro ha			7.0	Thomasphosph.	1⅓
Ztr. pro Morgen			3½	„	0⅔

5. Lupinen	16	Mtr.-Ztr. pro ha	56.0		28.5
Kartoffeln	250	„ „ „	150.0		46.6
Roggen	16	„ „ „	52.3		26.1
Klee	45	„ „ „	83.7		25.2
Roggen	16	„ „ „	52.3		26.1
		Summa	394.3		152.5
pro Jahr			78.9		30.5
Mtr.-Ztr. Kainit pro ha			6⅓	Thomasphosph.	1½
Ztr. pro Morgen			3⅙	„	0¾

6. Lupinen (Gründüngung)			—		—
Roggen	16	Mtr.-Ztr. pro ha	52.3		26.1
Roggen	16	„ „ „	52.3		26.1
Kartoffeln	250	„ „ „	150.0		46.6
Hafer	20	„ „ „	58.5		22.0
Wundklee	35	„ „ „	50.8		16.5
Roggen	16	„ „ „	52.3		26.1
		Summa	416.2		164.0

	Kali kg pro ha		Phosphorsäure kg pro ha
pro Jahr	59.5		23.4
Mtr.-Ztr. Kainit pro ha	$4^3/_4$	Thomasphosph.	$1^1/_8$
Ztr. pro Morgen	$2^1/_2$	"	0.6

Aus dieser Zusammenstellung geht hervor, daß der jährliche Kalibedarf einer Fruchtfolge, bei den angenommenen guten Ernten, auf deren Produktion man sich durch die Düngung einrichten muß, sich auf rund 90 kg Kali pro ha stellt; nur in dem Falle, daß öfters stickstoffsammelnde Pflanzen eingeschoben und zur Gründüngung untergepflügt werden und daneben kalibedürftige Pflanzen, wie Kartoffeln, Zucker- und Futterrüben seltener angebaut werden, sinkt derselbe auf etwa 60 kg pro ha. Der Kalibedarf ist demnach ein sehr hoher, während sich der Phosphorsäurebedarf in bescheideneren Grenzen, nämlich um 30 kg pro ha bewegt.

Zur Deckung dieses Kalibedarfs müssen demnach jährlich etwa 7 bis 8 Meter-Centner Kainit zugeführt werden. Hierbei geht man allerdings von der Voraussetzung aus, daß das betreffende Feld keine Stallmistdüngung erhält; für eine solche ist natürlich der Kaligehalt derselben in Abzug zu bringen, da der aus dem Stroh bereitete Stalldünger verhältnismäßig kalireich ist. Rechnet man, daß ein Stück Großvieh jährlich etwa 200 Meter-Centner Stalldünger produziert (die Angabe von 160 Meter-Centner von E. Wolff in Mentzel & Lengerkes landw. Kalender beruht auf der Annahme sehr geringer Streumengen), so werden durch ein Stück Großvieh der Wirtschaft jährlich 90 kg Kali zugeführt. Rechnet man, daß in einer viehschwachen Wirtschaft auf 2,5 ha, in einer viehreicheren aber auf 2 ha ein Stück Großvieh gehalten wird, so bringt dieses jährlich eine Kalimenge von 36 bezw. 45 kg pro ha, d. h. kaum die Hälfte von demjenigen, was zur Produktion hoher Ernten erforderlich ist. Der Zuschuß von Kali muß also trotzdem ein bedeutender sein. Dazu kommt nun aber, daß man, um die höchsten Erträge zu erzielen, nicht das Entzogene ersetzen, sondern einen gewissen Überschuß zuführen muß, den man auf die Hälfte des Bedarfes bemessen mag, und man kommt dann zu folgendem praktischen Resultat:

Man rechne das im Stalldünger gegebene Kali als den notwendigen Zuschuß und führe durch die Kalisalze so viel Kali zu, als die Pflanzen einer vollen Ernte gebrauchen.

In diesem Falle wird sicher die Wirtschaft in einem guten Zustand erhalten. Für Bodenarten, in welchen nicht mit Stalldünger gewirtschaftet wird, muß natürlich der Überschuß von mindestens 50 Prozent in Form

der Kalisalze gegeben werden. Dieser Fall liegt z. B. bei den Moorkulturen vor, welche deshalb eine besonders starke Kalidüngung gebrauchen..

Dieser Vorschlag würde ungefähr darauf hinauskommen, daß man bei intensivester Wirtschaft mit höchsten Ernten jährlich mit 7—8 Meter-Centner Kainit pro ha zu düngen hätte, bei weniger intensiver aber mit 4—6 — ein Gebrauch, welcher sich auch durch die Erfahrung in der Praxis eingebürgert und bewährt hat.

VII. Die Vorbedingungen zu einer erfolgreichen Anwendung der Kalisalze.

Es sind mancherlei Bedingungen zu erfüllen, wenn die Kalisalze voll und sicher ihre Wirkung äußern sollen. Dazu gehören die Regulierung der Wasserverhältnisse des Bodens, ein ausreichender Kalkvorrat im Boden, die Anwesenheit genügender Mengen von Phosphorsäure und Stickstoff und endlich die sorgfältigste Pflege der in einer Kalidüngung angebauten Kulturpflanzen.

a) Die Regulierung der Wasserverhältnisse des Bodens.

Wenn der Wasserspiegel im Untergrunde eines Feldes zu hoch steht und ein Abfluß für das Untergrundwasser nicht existiert, ist die Wirkung der Kalisalze selbstverständlich eine unsichere, ebenso diejenige aller anderen Düngemittel. Bei den Kalisalzen wird diese Erfahrung deshalb häufiger als bei anderen Düngemitteln gemacht, weil sie sehr oft auf versumpften und vermoosten Wiesen zur Anwendung kommen. Unter diesen Verhältnissen versagen sie nun sehr oft ihre Wirkung, während sie auf Wiesen von bestimmter Beschaffenheit von einer absolut sicheren Wirkung sind.

Die zweckmäßige Regulierung der Wasserverhältnisse ist daher zur Sicherung der Wirkung der Kalisalze erforderlich und an vielen Stellen, wo die Wirkung derselben ausblieb, ist dieses ein heilsamer Zwang zur Regulierung der Wasserverhältnisse geworden. Die Einführung der Drainage oder auch nur die Schaffung einer Vorflut und die Entwässerung durch zweckmäßig angelegte Gräben hat immer ihre gute Wirkung.

Daß andererseits der Wasserspiegel nicht zu tief gesenkt werden darf, ist selbstverständlich, denn zu einer durch die Düngung erhöhten Produktion gehören auch entsprechend größere Wassermengen, da der Bedarf an Wasser nicht nur einfach im Verhältnis der höheren Produktion durch die Pflanzen, sondern in einem weit größeren

Verhältnis wächst, — es gebrauchen eben üppigere und kräftiger entwickelte Pflanzen größere Wassermengen, als verkümmerte.

Übrigens mag an dieser Stelle bereits hervorgehoben werden (was bei Besprechung der indirekten Wirkungen der Kalisalze näher ausgeführt wird) daß die Kalisalze den Boden feucht erhalten und in trockneren Lagen hierdurch entschieden zum besseren Gedeihen der Pflanzen beitragen.

b) Das Vorhandensein eines ausreichenden Kalkvorrats im Boden oder die Ausführung einer Kalkdüngung oder Mergelung.

Durch die Mißerfolge, welche Schultz-Lupitz beim Ausbau seines Düngungssystems zu Anfang mit den Kalisalzen erlebte, hat man erkennen gelernt, daß ein ansehnlicher Kalkvorrat im Boden vorhanden sein muß, wenn die Kalisalze sicher und voll ihre Wirkung äußern sollen. Diese Beobachtung ist eine grundlegende und im höchsten Grade wichtige für die Anwendung der Kalisalze in den leichteren Bodenarten geworden.

Die Rolle, welche hierbei der Kalk spielt, ist eine doppelte und steht in Beziehung zum Pflanzenleben selbst, sodann aber auch zu den im Boden vor sich gehenden Umsetzungen.

Einerseits ist der Kalk ein direkter, unentbehrlicher Nährstoff der Pflanzen, denn es gelingt nicht, Pflanzen ohne die Anwesenheit von Kalkverbindungen zu einer nennenswerten Entwickelung zu bringen. Hierbei scheint er eine bestimmte Funktion in den Blättern auszuüben, denn diese sind die kalkreichsten Teile der Pflanzen und die blattreichsten Pflanzen sind demnach auch die kalkreichsten. Welcher Art diese Wirkung ist, kann freilich nicht angegeben werden, jedenfalls ist die Funktion eine unentbehrliche. Die kalkreichsten Pflanzen und die für eine Kalkdüngung dankbarsten sind die Leguminosen, denn es ist längst bekannt, daß diese nur in kalkreichen Bodenarten wachsen und daß man kalkarme Bodenarten durch eine Kalkzuführung befähigen kann, Leguminosenernten hervorzubringen (ein Boden kann durch die Mergelung z. B. kleefähig werden). Da nun die Kalidüngung die Pflanzen zu einer höheren Produktion befähigt, so versteht es sich von selbst, daß den kalkbedürftigen Kulturpflanzen neben dem Kali eine reichliche Menge von Kalk geboten werden muß, wenn sie die Kali-Düngung in vollem Maße ausnutzen sollen.

Nach neueren Untersuchungen von Schimper scheint der Kalk im Pflanzenleben außerdem aber noch eine indirekte Rolle zu spielen, indem derselbe organische Säuren, welche sich in einer die weitere Entwickelung störenden Weise ansammeln können, neutralisiert und mit denselben unlösliche Kalksalze, welche durch die Unlöslichkeit ihre Schädlichkeit verloren haben, bildet. Dieses geschieht z. B. mit der Oxalsäure. Durch den Kalk werden also sozusagen Pflanzengifte festgelegt und unschädlich gemacht.

In eine direkte Beziehung tritt aber der Kalk im Boden zu den durch die Düngung zugeführten Kalisalzen dadurch, daß er gewisse der Pflanze nützliche Umsetzungen zu vollziehen scheint. Adolf Mayer führt an, daß von gewissen Salzen der Düngemittel die Base von der Pflanze schneller aufgenommen würde, als die Säure; diese trennt sich bei der Pflanzenernährung von ersterer und übt im Boden schädliche Wirkungen aus. Alle Pflanzenaschen, mit Ausnahme derjenigen der sehr proteinreichen Körner, enthalten nämlich mehr Basen als Säuren, da die Basen in denselben mit organischen Säuren verbunden sind, die beim Veraschen kohlensaure Salze bilden, und es kommt demnach darauf an, diese Basen von den Säuren zu trennen, um so dieselben für die Funktionen der Pflanzen frei zu machen. Diese Rolle hat der Kalk im Boden zu spielen und für diesen Zweck ist er in der Form von Ätzkalk oder kohlensaurem Calcium unentbehrlich.

Endlich aber besitzt der Kalk noch sehr wichtige Nebenwirkungen auf die organischen und stickstoffhaltigen Bestandteile des Bodens, indem er die Oxydationserscheinungen in mächtiger Weise befördert. Die organische Substanz des Bodens, der Humus, wird hierdurch in Kohlensäure verwandelt und diese wirkt dann lösend und aufschließend auf die unlöslichen mineralischen Bestandteile des Bodens, welche in reinem Wasser schwer, in kohlensäurehaltigem Wasser aber leichter löslich sind. Gerade die der Absorption im Boden unterliegenden Mineralstoffe und darunter in erster Linie das Kali kann diese lösende Wirkung der Kohlensäure nicht entbehren und somit wird die Kalidüngung durch die unter dem Einfluß des Kalks mit voller Lebhaftigkeit vor sich gehende Kohlensäureentwickelung erst recht zur Wirkung gebracht. Nach Bayer löste sich z. B. aus einem Kilo Feldspat durch reines Wasser nur 0,037, durch kohlensäurehaltiges aber 0,071 g Kali, also durch letzteres fast noch einmal so viel.

Daß die Beförderung der Salpeterbildung durch den Kalk, welche ohne denselben nur in minimaler Menge stattfindet, von Nutzen für die Kaliwirkung ist, versteht sich von selbst, denn die Kaliwirkung kann nur voll in Erscheinung treten, wenn alle übrigen Nährstoffe in ausreichender Menge vorhanden sind.

Aus diesem Grunde ist die Kalkdüngung eine der wichtigsten Bedingungen für die Sicherung und Entfaltung der Kaliwirkung und es folgt hieraus als unerläßliche Forderung, daß man den Boden in jedem nur einigermaßen zweifelhaften Falle auf seinen Kalkgehalt untersuchen lassen muß. Glücklicherweise kann die chemische Untersuchung, welche sonst nicht immer einen sicheren Aufschluß über den Nährstoffzustand eines Bodens geben kann, bezüglich des Kalks mit voller Sicherheit das Bedürfnis für eine Kalkdüngung feststellen. Hierbei lehrt die Erfahrung, daß

ein Boden, welcher unter 0,2—0,25 % Kalk enthält, wohl immer gegen eine Kalkdüngung dankbar sein wird — oft hat der Verfasser aber gesehen, daß Bodenarten bis zu 0,5 % Kalkgehalt auch noch sehr energisch auf eine Kalkdüngung reagierten, bei einem höheren Gehalt wird allerdings, wenn es sich nicht um eine mechanische Wirkung des Kalks in schweren Thonböden handelt, der Nutzen einer Kalkdüngung kaum hervortreten. In den kalkärmeren Bodenarten wirkt aber der Kalk zauberhaft.

Endlich ist noch anzuführen, daß die Düngung mit Kalisalzen in dem Boden geradezu entkalkend wirkt. Das Kali und auch die übrigen Salze der Düngesalze setzen sich bekanntlich mit den Kalksilikaten des Bodens derart um, daß aus den Sulfaten und Chloriden der Alkalien Alkalisikate entstehen und der in vorher unlöslichen Silikaten im Boden vorhandene Kalk hierdurch in Lösung übergeführt und durch das den Boden durchdringende Wasser fortgeführt wird. Rechnet man die Summe der Salze im Kainit auf diese Weise auf die Kalkmengen um, welche dieselben verdrängen können, so ergiebt sich rund eine Kalkmenge von 40 kg, welche durch 100 kg Kainit verdrängt wird. Dazu kommt, daß die Chlorverbindungen der Salze ein gewisses Lösungsvermögen für die unlöslichen Mineralstoffe besitzen und darunter wahrscheinlich auch für die unlöslichen Kalkverbindungen und endlich, daß durch die höheren Ernten auch ein erheblicher Kalkvorrat dem Boden mehr entzogen wird. Will man hieraus einen praktischen Schluß ziehen, so kommt man zu dem Ergebnis, daß man darauf rechnen mag, daß 100 kg Kainit oder ein anderes Kalisalz 100 kg Kalk dem Boden entziehen. Der Verf. weiß, daß diese Angabe wohl etwas zu hoch gegriffen ist, aber der Sicherheit halber mag man sich an dieselbe halten.

Da die Kalisalze in schweren Bodenarten unter Umständen in mechanischer Beziehung sehr ungünstig wirken, den Boden zu einer Krustenbildung geneigt machen („der Boden bindet nach der Kalidüngung stark ab“, sagt der Landwirt), so ist es von Interesse, daß diese unangenehme Eigenschaft durch eine Kalkdüngung leicht zu beseitigen ist. Wie später in dem Bericht über die Anwendung der Kalisalze im Lehmboden ausführlicher dargelegt wird, konnten dort selbst 20 Zentner Kainit pro Morgen ohne eine mechanische Schädigung gegeben werden, wenn man daneben eine starke Kalkdüngung ausführte. Für diesen Zweck ist die Düngung mit Ätzkalk derjenigen mit anderen Kalkformen entschieden vorzuziehen, da letztere nicht so energisch in mechanischer Beziehung als der Ätzkalk wirken.

Am besten verschafft man sich den dem Boden nötigen Kalkvorrat durch die Ausführung einer Mergelung, welche daneben die mechanische Beschaffenheit des Bodens noch in erwünschter Weise verbessert und zwar soll man pro ha nicht unter 50—60 Meterzentner Kalk in Form von kohlen-

saurem Kalk des Mergels geben. Hat man keinen Mergel zur Verfügung, so muß man zum gebrannten Kalk, in welchem der Kalk in Form von Ätzkalk enthalten ist, greifen. Mit der Anwendung des Ätzkalks muß man jedoch einigermaßen vorsichtig sein, da derselbe sehr viel energischer als der kohlensaure Kalk des Mergels wirkt und hierdurch zu tief eingreifende Zersetzungen ausüben kann. So berichtet Fleischer in seinem neuesten Bericht über die Thätigkeit der Moorversuchsstation, daß man an vielen Stellen durch den Kalk großartige Erfolge bei der Düngung der Moorfelder erzielt habe, denn noch im fünften Jahre seien bei vergleichenden Versuchen die Kartoffelerträge um 6300 kg pro ha höher gewesen als auf den ungekälkten Flächen. Aber die Kälkung kann unter Umständen auch zu stark wirken, denn Fleischer beobachtete mehrfach, daß durch die Kälkung zwar im ersten Jahre der höchste Ertrag erzielt wurde, daß aber die Nachfrüchte einen weit niedrigeren Ertrag (bei derselben sonstigen Düngung) ergeben hätten auf den gekälkten gegenüber den ungekälkten Parzellen. Fleischer rät daher ganz richtig, die Kälkung nicht zu übertreiben und schränkt seine frühere Angabe, daß 4000 kg Kalk pro ha ein passendes Quantum seien, dahin ein, daß er rät, höchstens 3000 kg pro ha zu geben, — wahrscheinlich wird man auch schon mit 2000 kg pro ha auskommen können. Man soll also, wenn die Anwendung des Ätzkalks beliebt wird, nicht darauf rechnen, daß man den Boden durch diesen für längere Zeit mit Kalk anreichern kann, sondern wird gezwungen sein, mit kleineren, aber öfters zu wiederholenden Gaben von Kalk zu wirtschaften — eine Düngung mit 2000 kg Kalk wird nämlich schwerlich länger als etwa vier Jahr aushalten, da man nach den Untersuchungen von Lawes und Gilbert annehmen muß, daß jährlich pro ha etwa 500 kg Kalk durch die Untergrundsfeuchtigkeit verloren gehen. Bei der Anwendung des Ätzkalks würde man also das Richtige treffen, wenn man die Düngung mit 2000 kg alle vier Jahre wiederholt.

Beiläufig mag an dieser Stelle bemerkt werden, daß der Scheideschlamm der Zuckerfabriken ein vorzügliches Material für die Kalkdüngung des Sand- und Moorbodens ist, denn in demselben ist nicht nur eine reichliche Menge Kalk (etwa 40 %) enthalten, sondern daneben auch eine ansehnliche Phosphorsäuremenge, deren gerade diese Bodenarten besonders bedürftig sind.

c) Die ausreichende Anwesenheit aller übrigen für die betreffende Ernte benötigten Nährstoffe.

Hierbei kommen, da wir die wichtige Kalkfrage bereits in dem vorhergehenden Abschnitt erledigt haben, in erster Linie die Phosphorsäure und der Stickstoff in Betracht. Es versteht sich nach dem bekannten Gesetz des Minimums von selbst, daß ein Nährstoff, welchen wir durch die Düngung

zuführen, nur dann seine Wirkung äußern kann, wenn alle übrigen für die Pflanzenproduktion nötigen Nährstoffe in ausreichender Menge, so daß die Pflanze auch nicht einen Augenblick daran Mangel leiden kann, vorhanden sind; und dieses wird beim Stickstoff und der Phosphorsäure nur unter gewissen Verhältnissen der Fall sein.

1. Die Phosphorsäuredüngung neben der Kalidüngung.

Man kann im allgemeinen annehmen, daß die meisten Bodenarten, welche sich zu ihrem Nachteil durch eine Kaliarmut auszeichnen, in gleicher Weise auch phosphorsäurearm sind, woraus folgt, daß die Kalidüngung mit der Phosphorsäuredüngung immer Hand in Hand zu gehen hat. Besonders kommt daher die Kali-Phosphatdüngung für den kali- und phosphorsäurearmen Sand- und Moorboden in Betracht. Es erübrigt eigentlich, Beispiele dafür anzuführen, daß die Kalidüngung beim Fehlen von Phosphorsäure eine Wirkung nicht zeigen kann; aber zur Illustration mögen nachstehende drei charakteristische Beispiele aufgeführt werden.

Salfeld (Hannov. land- und forstw. Zeitung, 1882, S. 501) erntete auf Wiesen:

Ungedüngt	2200 kg Heu pro ha
Kainit	2300 „ „ „ „
Kainit und Phosphat	4350 „ „ „ „

Während also durch die reine Kalidüngung der Ertrag kaum erhöht wurde, stieg er bei gleichzeitiger Anwendung der Phosphorsäure fast auf die doppelte Höhe.

Ein sehr charakteristischer und sorgfältig durchgeführter Versuch wird von Fleischer in seinem dritten Bericht über die Thätigkeit der Moorversuchsstation angeführt. Es wurde an Kartoffeln pro ha geerntet:

Mit Phosphorsäure ohne Kainit	8360 kg pro ha
„ Kali ohne Phosphorsäure	10513 „ „ „
„ Kali und Phosphorsäure	22079 „ „ „

Aus diesen Zahlen folgt, daß weder eine einseitige Kali-, noch Phosphorsäuregabe einen erheblichen Ertrag hervorzubringen vermochte, daß dagegen beide Stoffe zusammengenommen den Ertrag auf mehr als das Doppelte hoben; das Fehlen von Kali hatte allerdings die eingreifenste Schädigung des Ertrages im Gefolge gehabt, denn hierbei wurde die bei weitem niedrigste Ernte gemacht.

Dasselbe geht auch aus Versuchen von Bertram (Hann. land- und forstw. Zeitung, 1886, S. 44) hervor, denn auch hierbei machte sich das Fehlen des Kalis in nachteiligster Weise geltend; eine einseitige Kalidüngung

wirkte hier, offenbar weil ein gewisser Vorrat von Phosphorsäure im Boden vorhanden war; aber dieser war nicht ausreichend um die höchste Produktion zu bewirken, welche man erst durch eine Beigabe der Phosphorsäure erzielte.

Es wurde geerntet pro ha Wiese mit:

	1884	1885	
Ungedüngt	660	500	kg Heu
Kainit mit 80 kg Kali	1480	1210	„ „
60 kg Phosphorsäure	700	555	„ „
80 kg Kali und 60 kg Phosphorsäure	2300	1525	„ „

Hiermit ist die Notwendigkeit der Phosphorsäuredüngung augenscheinlich erwiesen und es ist der größte Fehler, den man begehen kann, wenn man in phosphorsäurearmen Bodenarten mit einer einseitigen Kalidungung, von welcher man dann niemals den vollen Erfolg erwarten kann, vorgeht.

Die Beschaffung der notwendigen Phosphorsäuremengen macht nach den von uns oben (Seite 27) ausgeführten statischen Berechnungen mindere Schwierigkeiten, als diejenige des Kalis; denn der Phosphorsäurebedarf einer Fruchtfolge ist nur etwa ein Drittel so groß, als derjenige an Kali. Während man pro ha jährlich etwa 80—90 kg Kali gebraucht, genügen bereits 25—30 kg Phosphorsäure pro ha zur Erzeugung hoher Ernten. Die Kalidüngung ist daher immer stärker als die Phosphorsäuredüngung zu bemessen und es wäre ein Verkennen des Prinzips, wollte man gegenteilig handeln.

Da man sicher weiß, daß die Phosphorsäure einer Düngung ebenso wenig wie die Kalidüngung durch die Pflanzen in einer Vegetationszeit voll ausgenutzt werden kann, ist man natürlich gezwungen, immer mit gewissen Überschüssen von Phosphorsäure ebenso wie von Kali zu düngen und man wird gut thun, im Anfang reichliche Phosphorsäuregaben darzureichen. Später, wenn der Boden erst einigermaßen angereichert ist, kann man mit denselben wesentlich heruntergehen.

Bestimmte Angaben über die Höhe der Phosphorsäuredüngung können an dieser Stelle nicht gemacht werden, da die Aufnahmefähigkeit der verschiedenen Pflanzen für die Phosphorsäure eine sehr verschiedene ist. Manchen Pflanzen fällt es schwer, die Phosphorsäure des Bodens oder früherer Düngungen sich anzueignen und diese bedürfen daher immer frischer und nicht zu kleiner Phosphorsäuredüngungen, während andererseits andere Pflanzen die Phosphorsäure selbst aus sehr phosphorsäurearmen Bodenarten mit solcher Leichtigkeit aufnehmen können, daß sie überhaupt auf eine Phosphorsäuredüngung nicht reagieren, so lange noch eine gewisse Phosphorsäuremenge im Boden vorhanden ist. Zu letzteren Pflanzen gehört vor allem die Lupine mit ihren verschiedenen Abarten und nach An=

gaben von Schultz-Lupitz auch der Ackerspörgel; auch die Kleearten scheinen sich durch die Leichtigkeit, mit welcher sie die Phosphorsäure aufnehmen können, auszuzeichnen. Hierüber wird das Erforderliche bei der Besprechung der Kali-Phosphatdüngung für die einzelnen Kulturpflanzen aufgeführt werden und wir verweisen deshalb auf die späteren Angaben.

2. Die Stickstoffdüngung der landwirtschaftlichen Kulturpflanzen.

Mit wenigen Ausnahmen sind die für Kali-Phosphatdüngung empfänglichen Bodenarten auch einer Stickstoffdüngung bedürftig. Eine Ausnahme bildet in dieser Beziehung nur der nach Rimpau's Methode der Moordammkultur bewirtschaftete Grünlands- oder Niederungsmoorboden, während es ein verhängnisvoller Irrtum ist, wenn man annimmt, daß auch der Hochmoorboden einer Düngung mit Stickstoff nicht bedürftig ist.

Fleischers Versuche haben diese früher gemachte Annahme gründlich widerlegt, denn es wurden z. B. geerntet an Kartoffeln pro ha:

Mit Kainit-Phosphat ohne Stickstoff 12 037 kg
Mit Kainit-Phosphat mit Stickstoff 21 224 „

Eine Stickstoffdüngung ist also auch in dem Hochmoorboden neben der Kainit-Phosphatdüngung notwendig und rentabel.

Bei Versuchen von Fleischer mit Roggen und Hafer wurde durch die Stickstoffdüngung ein Mehrertrag von 600 bezw. 717 kg Körnern und 605 bezw. 950 kg Stroh pro ha erzielt.

Von dieser Notwendigkeit der Stickstoffdüngung ist man selbstverständlich beim Anbau der stickstoffsammelnden Gewächse entbunden, denn diese kultivieren wir ja nicht allein ihrer selbst wegen, sondern in einer rationellen Fruchtfolge zu dem Zweck, um den Boden sogar an Stickstoff anzureichern.

Die Zuführung des Stickstoffes kann nun entweder als eine Düngung mit stickstoffhaltigen Düngemitteln in geeigneten Formen des Stickstoffs geschehen (hierüber finden sich wiederum bei den betreffenden Feldfrüchten die notwendigen Angaben, besonders über das Stickstoffbedürfnis der einzelnen Pflanzen); im leichten Sandboden versagen aber die stickstoffhaltigen künstlichen Düngemittel häufig die Wirkung und man hat hier in dem Anbau der Stickstoffsammler ein vorzügliches Mittel zur Beschaffung der erforderlichen Stickstoffmengen, welche man bei den stickstoffbedürftigeren Pflanzen nur durch eine mäßige Gabe stickstoffhaltiger Düngemittel zu unterstützen braucht. Die Wirkung der Stickstoffsammler ist aber so sehr von einer gleichzeitigen Kalidüngung abhängig, daß wir dieselbe in einem besonderen Abschnitt behandeln müssen.

3. Die Beschaffung des Stickstoffs durch den Anbau von Stickstoffsammlern mit der Kali- oder Kaliphosphatdüngung; das System (L D) von Schultz-Lupitz.

Durch die Beobachtungen von Schultz-Lupitz aus der Praxis und den Ausbau eines rationellen, auf diesen Beobachtungen gegründeten Systems der Bewirtschaftung des Sandbodens ist der erfolgreichen Anwendung der Kalisalze die breiteste Bahn gebrochen und Erfolge in der Bewirtschaftung des leichteren Bodens erzielt worden, welche man früher kaum für möglich gehalten hat. Es mag an dieser Stelle ausgesprochen werden, daß sich Schultz-Lupitz durch seine Beobachtungen und die Fassung derselben in ein Wirtschaftssystem, welches in wenigen Jahren verdientermaßen das leitende für die Bewirtschaftung des leichteren Bodens geworden ist und im Begriff steht, auch für die besseren Bodenarten ausgebildet zu werden, ein dauerndes und hohes Verdienst um die Landwirtschaft erworben hat. Dieses Wirtschaftssystem, welches auf einer planmäßigen Anwendung der Kalisalze beruht, gehört recht eigentlich in dieses Werk und muß deshalb in seiner Entstehung und seinen Erfolgen ausführlich gewürdigt werden.

Herr Schultz übernahm die wenig ertragsfähige Wirtschaft Lupitz in einem wenig beneidenswerten Zustande; bei einer schwachen und schlecht ernährten Viehhaltung wurden geringe Erträge aller landwirtschaftlichen Kulturpflanzen gemacht und eine Rente in keiner Weise erzielt. Die Sachlage verschlimmerte sich sogar noch im Laufe der Zeit trotz aller Anstrengungen, da die Lupinen, welche bis dahin auf dem Sandboden erträglich gewachsen waren und eine gute Vorfrucht abgegeben hatten, zu versagen begannen, nur noch niedrige Erträge gaben und vor allem die Eigenschaften einer guten Vorfrucht verloren. Die Erträge waren bei Übernahme der Wirtschaft ungefähr 8 Meterzentner Roggen und ebenso viel Hafer pro ha, 80 Meterzentner Kartoffeln, 2—12 Meterzentner Buchweizen, kurz an eine Rente war nicht zu denken. Die Anwendung des künstlichen Düngers, welche eingehend studiert wurde, gab wohl hier und da gewisse Erfolge, aber dieselbe war weit davon entfernt, sicher und rentabel zu sein. Die Düngung mit gebranntem Kalk brachte auch nicht die erwünschte Besserung, da sich derselbe für das anzubauende Getreide zu hitzig erwies; dagegen machte die Kalkanwendung das Land Wundkleefähig, so daß man daraus die Überzeugung von der Nützlichkeit der Durchführung einer größeren Kalkanwendung in Form von Mergel gewann. Die Lupinen, welche sich als eine schlechte Vorfrucht erwiesen hatten, wurden aus der Fruchtfolge ausgeschieden und da sie sich immerhin noch als eine gute Futterpflanze erwiesen hatten, auf einer besonderen Fläche ohne jede Düngung abwechselnd mit Schafweide angebaut. Auf diesen

Äckern zeigte es sich jedoch, daß dieselben namentlich in weniger günstigen Jahren in ihren Erträgen stark zurückgingen, die Pflanzen zeigten ein verkümmertes Aussehen, blühten schwach, ohne Schoten anzusetzen; der Boden war nach 5—6 Ernten vollkommen lupinenmüde geworden und damit war die letzte Hoffnung, welche man auf diese Futterpflanze gesetzt hatte, dahingeschwunden.

Es folgte nun aber die für die Lupitzer Wirtschaft ausschlaggebende und wichtige Beobachtung. Inzwischen waren die Staßfurter Kalisalze erschlossen und Herr Schultz versuchte die Anwendung von 3 Centnern Kainit pro Morgen zu den Lupinen mit dem durchschlagenden Erfolg, daß das Land mit einem Schlage wieder lupinenfähig wurde und nun bis jetzt ohne jede andere Düngung sichere und hohe Lupinenernten gab. Dieselben Äcker, welche damals durch die Kalisalze kuriert wurden, geben noch heute bei gleicher jährlich wiederholter Düngung dieselben hohen Erträge und es folgt daraus, daß man in den Kalisalzen ein Mittel zur Abhülfe der Lupinenmüdigkeit besitzt. Dieses Mittel ist inzwischen von einer großen Zahl von Landwirten benutzt worden und hat an keiner einzigen Stelle seine Wirkung versagt, sodaß man mit Bestimmtheit aussagen kann, das der Grund der Lupinenmüdigkeit in diesem Fall eine Erschöpfung des kaliarmen Bodens gewesen ist.

Damit war eine wertvolle Futterpflanze gewonnen, aber den übrigen Feldern noch nicht viel geholfen, denn die Anwendung der Kalisalze zu den übrigen Feldfrüchten, welche mit voller Energie in Angriff genommen wurde, brachte nicht die erhofften Erfolge und Schultz-Lupitz entschloß sich nunmehr, sein ganzes Gut mit einem inzwischen erschlossenen, 20 % kohlensauren Kalk und 0,1 % Phosphorsäure enthaltenden Mergel zu befahren. Die mit vierzig vierspännigen Fuhren pro ha befahrenen Äcker zeigten nunmehr nach Durchführung der Mergelung eine entschiedene Neigung zur Besserung — sämtliche Kulturpflanzen zeigten namentlich unter der Darreichung von Superphosphaten einen gesunden Wuchs und reichere Ernten, die Kartoffeln wurden allerdings vom zweiten Jahre ab schorfig, aber gaben doch hohe Ernten, angesäete Weidegräser und selbst Klee gediehen kräftig und lieferten sowohl als Weide, wie zum Samenbau gute Erträge. Die Viehzucht zeigte eine größere Produktivität, die Schafheerden, auf der Hälfte der früheren Weidefläche ernährt, gediehen gut, der angewendete Stalldünger wirkte ergiebiger und zeigte auch eine befriedigendere Nachwirkung — kurz es schien eine bessere Zeit für Lupitz angebrochen zu sein. Leider währte dieselbe nicht lange, denn es zeigte sich bald, daß die Lupinen, welche immer noch eine der Hauptfrüchte blieben, von der bekannten Mergelkrankheit befallen wurden. Sie wuchsen zwar in dem gemergelten Lande die ersten zwei Jahre freudig, von da ab aber erkrankten sie und

versagten später vollkommen, sodaß man, da man dieselben als Gründüngungs- und Futterpflanzen auf dem leichtesten Boden nicht entbehren konnte, nunmehr schlimmer daran war, als vor der Mergelung. Die intensive Anwendung der künstlichen Düngemittel hatte zwar einen vorübergehenden Erfolg, aber im Laufe der Zeit gingen die anfangs erhöhten Erträge herunter und eine Rente wurde nicht mehr erzielt. Die Mergelung allein hatte also einen dauernden Nutzen nicht gehabt, — sie hatte den Rest des Bodenkapitals mobil gemacht und allein keine Besserung gebracht.

Nunmehr schritt Herr Schultz, welcher aus seinen statischen Rechnungen erfuhr, daß er in dieser Zeit wohl einen vollen Ersatz für die dem Boden entzogene Phosphorsäuremenge, aber nicht einen solchen für das Kali gegeben hatte, zunächst zaghaft zu einer ausgedehnteren Anwendung der Kalisalze, und diese hatte zunächst den großartigen Erfolg, daß die Mergelkrankheit der Lupine durch die Kalidüngung gründlich und dauernd beseitigt wurde. Der Boden, welcher durch den fortgesetzten Anbau der Lupinen und durch die Mergelung lupinenunfähig geworden war, konnte durch die Anwendung von Kainit wieder zur Produktion von vollen Lupinenernten gezwungen werden und vor allem zeigte es sich, das die Lupine, welche vorher eine ziemlich mangelhafte Vorfrucht gewesen war, nunmehr in dem gemergelten Lande eine ausgezeichnete Vorfrucht wurde, sodaß das darauffolgende Getreide einen sichtbaren Nutzen von dieser Vorfrucht hatte. Dieser Nutzen steigerte sich, als man zu dem Getreide, welches auf die Lupinen folgte, eine Düngung von Kainit-Phosphat gab und damit war der Ausbau des Systems Lupitz (L. D.) im wesentlichen beendet; dann, als man die gewonnenen Resultate jedes Jahr bestätigt sah, wußte man, daß man durch die in gemergeltem Lande durch die Kainitdüngung erzwungene Lupine so viel Stickstoff angesammelt hatte, daß das darauffolgende Getreide nunmehr ohne jede Stickstoffdüngung nur in einer Mineraldüngung von Kainit-Phosphat ausgezeichnet gedieh und hohe Erträge brachte.

Es mag an dieser Stelle nur das Ergebnis eines Versuchs angeführt werden, zum Beweise, in welchem Maße Herr Schultz die Erträge der Stickstoffzehrer nach den Stickstoffsammelnden Lupinen in einer Kali-Phosphatdüngung steigen sah.

Es wurde z. B. Hafer geerntet nach in Kainit angebauten Lupinen:

400 kg schwefelsaure Kalimagnesia	13,6	Meterzentner Körner p. ha
250 kg Superphosphat mit 40 kg löslicher Phosphorsäure	16,4	„ „ „ „
400 kg schwefelsaure Kalimagn. und 250 kg Superphosphat	28	„ „ „ „
Ungedüngt	10	„ „ „ „

Aus den Veröffentlichungen von Schultz-Lupitz ließen sich noch mehrere solche Beispiele anführen; das vorstehende mag aber als typisches genügen. Aus einer schlechten unrentablen Haferernte war durch die Wirkung der Vorfrucht und der Kaliphosphatdüngung, welche hierzu unentbehrlich war, denn weder das Kali noch das Phosphat allein hatte eine genügende Wirkung gezeigt, eine hohe und rentable Ernte geworden, wie man sie sonst nur auf dem besten Boden erzielen konnte.

Herr Schultz hat die Lehren, welche er aus diesen planmäßig angelegten Versuchen ziehen konnte, zu seinem eigenen und zum Nutzen der gesamten deutschen Landwirtschaft befolgt und seit dieser Zeit hat sich für die Anwendung der Kalisalze in der Landwirtschaft ein ungeahnter Aufschwung vollzogen, welcher noch in weiterer Zunahme begriffen ist und seinen Ausdruck in der jährlich steigenden Verwendung der Kalisalze in der Landwirtschaft gefunden hat. Von 475 372 Zollzentnern im Jahre 1880 ist dieselbe auf 4 800 016 Zollzentner im Jahre 1891 gestiegen und hat sich also in einem Jahrzehnt verzehnfacht. Man bedenke, daß die Jahreszunahme von 1890 zu 1891 nicht weniger als 1 239 396 Zollzentner betragen hat und man wird daraus ermessen, welche Wichtigkeit die Anwendung der Kalisalze bereits gefunden hat. Daß man damit nicht am Ende angelangt ist, versteht sich von selbst, denn wir werden es bald erleben, daß dieselbe noch viel höhere Dimensionen annimmt und daß sich bald die Überzeugung bei allen Landwirten Bahn bricht, daß der leichtere Boden ohne die Anwendung der Kalisalze überhaupt nicht nutzbringend zu bewirtschaften ist.

Es wäre Unrecht, an dieser Stelle nicht anzuführen, daß die gleichen Erfahrungen mit der Anwendung der Kalisalze, wenngleich unter anderen Voraussetzungen, von Rimpan-Cunrau auf seinen Moordammkulturen bereits früher gemacht wurden und daß Fleischer dieselben auf die Bewirtschaftung des Hochmoorbodens übertragen hat.

Es folgten nun die Versuche von Schultz, durch welche derselbe feststellen wollte, ob man nicht auch durch andere Stickstoffsammler denselben oder einen besseren Erfolg als durch die Lupinen erreichen könne und diese Versuche haben uns mannigfache Aufklärung gegeben, und vor allem viele Landwirte auch unter anderen Verhältnissen veranlaßt, sich an den Versuchen zu beteiligen. Wenn nun auch die Ergebnisse dieser Versuche noch nicht vollkommen abgeschlossen sind, so beweisen dieselben doch, daß die stickstoffsammelnde Eigenschaft der Leguminosen eine ungeheuer schätzenswerte Hülfe zur Verbilligung der Körnerproduktion ist; Her Schultz berechnet, daß man mit Hülfe der in einer Kainitphosphatdüngung angebauten stickstoffsammelnden Vorfrucht den Meterzentner Körner um rund 4 Mark billiger produzieren könne.

Daß die verschiedenen Stickstoffsammler unter dem Einfluß der Kainitdüngung eine ziemlich verschiedene Wirkung äußern, geht aus mehreren Versuchen, von denen nur ein von Herrn Schirmer-Neuhaus ausgeführter erwähnt sein mag, hervor. Es wurde Roggen nach folgenden, mit 6 Meterzentnern Kainit pro ha gedüngten Stickstoffsammlern angebaut und gab folgenden Ertrag:

Nach Borago officinalis (kein Stickstoffsammler)	9,32 Mtr.-Ztr.	Körner,	17,96 Mtr.-Ztr.	Stroh
„ gelben Lupinen	12,64 „	„	22,08 „	„
„ weißen Lupinen	14,42 „	„	24,74 „	„
„ gelben Lupinen und Serradella	13,22 „	„	22,96 „	„

In diesem Falle hatten sich also die weißen Lupinen am wirksamsten erwiesen, indem sie den Ertrag um 5 Meterzentner Körner und 7 Meterzentner Stroh erhöht hatten, ob dieses aber auch an anderen Stellen zutreffen wird, mag dahingestellt bleiben. Es wird jeder für seine lokalen Verhältnisse sich den passendsten Stickstoffsammler ausprobieren müssen.

So viel aber steht fest, daß die Stickstoffsammlung, welche gewisse Leguminosen unter der Einwirkung der Kalidüngung entfalten, eine nicht hoch genug zu schätzende Eigenschaft ist, welche den Landwirt von dem Zukauf des teuren Stickstoffs, der noch dazu in dem leichten Boden von unsicherer Wirksamkeit ist, befreit.

Daß gut gediehene Stickstoffsammler in der That so viel Stickstoff, wie eine Ernte des Roggens und anderer stickstoffzehrender Pflanzen benötigt, schaffen, mag nur an einem Beispiel aus Fleischers Versuchen nachgewiesen werden. Es wurde geerntet an Roggen:

	Nach Erbsen und Bohnen		Nach Erbsen	
	Körner	Stroh	Körner	Stroh
Ohne Stickstoffdüngung	2745 kg	5204 kg	2630 kg	5020 kg
Mit Stickstoffdüngung	2827 „	5300 „	2800 „	5280 „

Die geringe Mehrernte durch die Stickstoffdüngung ist kaum nennenswert und hat jedenfalls die Ausgabe für den Ankauf des Chilisalpeters, welcher in diesem Falle angewendet wurde, nicht bezahlt gemacht.

Es ist zu Anfang der Einführung der Kaliphosphatdüngung bezweifelt worden, ob man durch dieselbe ebenso hohe Erträge, als durch eine starke Stallmistdüngung erzielen könne, aber dieser Nachweis ist längst geführt worden, ja man weiß, daß man infolge verschiedener günstiger Nebenwirkungen der Kaliphosphatdüngung unter Umständen sogar höhere

Ernten als durch die teuere Stallmistdüngung erzielen kann. Es gab z. B. bei Versuchen auf Wiesen im Donaumoos nach Wagner:

Stalldünger	141	Meterzentner Heu
Kainitphosphat	165	" "

Bei Versuchen desselben erntete man an Sommerroggen:

Ungedüngt	7,17	Meterzentner Körner,	29,00	Meterzentner Stroh
Stalldünger	12,78	" "	46,97	" "
Kainitphosphat	14,68	" "	46,84	" "

Die Ernte durch die Kainitphosphatdüngung übertraf also in beiden Fällen diejenige durch den Stalldünger nicht unerheblich.

Das System Schultz-Lupitz hat längst die Probe der Praxis bestanden und ist eins der Haupthülfsmittel zur Verbilligung der landwirtschaftlichen Produktion geworden.

Wie es in der Natur der Sache liegt, hat sich bei der Anwendung desselben herausgestellt, daß man innerhalb einer gewissen Zeit den Boden durch den Überschuß der Phosphatdüngung so an Phosphorsäure anreichert, daß man die Anwendung der Phosphorsäure in gewissem Maße einschränken, vielleicht sogar einige Jahre ganz entbehren kann, während die Anwendung der Kalisalze nach den bisherigen Erfahrungen alljährlich in der oben angegebenen Stärke zu erfolgen hat. Da man ziemlich dreimal so viel Kali wie Phosphorsäure zur Produktion der Ernten gebraucht, kann diese Erfahrung nicht Wunder nehmen. Man soll sich daraus die Lehre ziehen, daß man von Zeit zu Zeit probieren soll, ob der Boden bei der zu Anfang betriebenen starken Phosphorsäuredüngung, welche man ganz richtig höher bemißt, als die Pflanzen dieselbe gebrauchen, nach einiger Zeit phosphorsäuresatt geworden ist. Daß eine Übersättigung mit Kali eingetreten sei, wird bisher trotz der betriebenen starken Kalidüngung noch von keiner Seite angegeben und deshalb hat man vorläufig an der stets zu wiederholenden starken Kalidüngung festzuhalten. Ob schließlich nicht auch eine Übersättigung des Bodens mit Kali eintritt, muß freilich für möglich erklärt werden; vorläufig allerdings müssen wir annehmen, daß dieselbe schwerer zu erreichen ist, als die Übersättigung mit Phosphorsäure.

VIII. Die Nebenwirkungen der Kalisalze.

Die Kalisalze haben außer ihrer spezifischen Kaliwirkung, vermittels deren sie die Pflanzen mit dem ihnen nötigen Nährstoff — Kali — versehen, auch noch gewisse Nebenwirkungen, durch welche sie die Vegetation und die Erträge günstig beeinflussen.

Hierüber kann, obgleich die Frage noch nicht vollkommen erledigt ist, folgendes angeführt werden:

1) Die mit Kainit gedüngten Bodenarten trocknen nicht allein schwerer aus als die ungedüngten, sondern ziehen auch aus feuchter Luft größere Feuchtigkeitsmengen an. Es gestaltete sich z. B. der Feuchtigkeitsgehalt von Bodenproben mit und ohne Kainit beim Liegen an der Luft folgendermaßen (Versuche von Troschke):

18. März	ohne Kainit	15,2 %;	mit Kainit	15,3 % Feuchtigkeit
1. Juni	„ „	1,8	„ „ „	8,5 „ „
1. August	„ „	1,3	„ „ „	5,0 „ „
18. Oktober	„ „	1,9	„ „ „	13,3 „ „

Der Unterschied ist in die Augen fallend; denn einerseits gaben die mit Kainit gedüngten Proben überhaupt beim Austrocknen nicht so viel Feuchtigkeit ab, als die ohne Kainitzusatz gebliebenen und andererseits zogen erstere aus der im Herbst feuchter gewordenen Luft weit größere Feuchtigkeitsmengen wieder an.

2) Es liegen mehrfach Beobachtungen vor, daß die mit Kainit gedüngten Pflanzen von eintretenden Nachtfrösten weit weniger geschädigt wurden, als die ohne eine Kainitdüngung gebliebenen. So führt Pirscher-Welna, Posener landw. Centralbl., 1885, S. 42, an, daß Buchweizen ohne eine Kainitdüngung auf geringem Boden so stark vom Frost geschädigt worden sei, daß derselbe nur die Hälfte des Ertrags von dem in 6 Meterzentner Kainit pro ha unmittelbar daneben bestellten ergeben habe.

Derselbe führt an, daß der Hafer besonders da von dem Frost geschädigt worden sei, wo er eine einseitige Kalkdüngung erhalten habe, wo dagegen neben der Kalkdüngung eine Kainitphosphatdüngung angewendet worden sei, habe er nicht gelitten.

Bei Sommerroggen wirkte der Kainit auf humosem feuchtem Boden dem Froste sicher entgegen, während ein solcher Schutz auf einem trocknen Sandboden durch den Kainit nicht ausgeübt worden sei.

Jedenfalls sehen wir, daß der Kainit unter gewissen Verhältnissen eine den Einfluß des Frostes mildernde Wirkung gehabt hat; diese können wir

uns daraus erklären, daß die stärkere Vegetation, welche durch den Einfluß der Kalidüngung entstand, den Boden besser bedeckte und somit die durch die Ausstrahlung von Wärme aus dem Boden eintretende Temperaturerniedrigung nicht so heftig eintreten ließ; sodann ist es wahrscheinlich (wie aus den Versuchen von Troschke hervorgeht), daß der mit Kainit gedüngte Boden weniger Wasser verdunsten läßt, und da die Nachtfröste durch Zusammentreffen der infolge der Wärmeausstrahlung und der Verdunstung eintretenden Temperaturerniedrigung zu stande kommen, so ist es möglich, daß die verminderte Verdunstung die extreme Temperaturerniedrigung verhindert hat. Vielleicht verdunsten auch die mit Kainit gedüngten Pflanzen weniger Wasser, als die ohne eine solche Düngung gebliebenen.

3) Auf einem anderen Gebiete liegt die Wirkung der neben den Kalisalzen in den Kalidüngern vorkommenden Salze durch ihre Einwirkung auf die Bodenbestandteile. Wir müssen annehmen, daß die Nebensalze und darunter vorwiegend das Kochsalz, eine gewisse lösende Wirkung auf unlösliche Bestandteile der Ackererde ausüben und hierdurch günstig wirken. Es kommt hinzu, daß sich in unseren Anschauungen über den Wert des Natrons als Pflanzennährstoff eine gewisse Reaktion anzubahnen beginnt, denn während man bis vor kurzem dem Natron jeden Wert als Pflanzennährstoff abstritt, treten jetzt schon mehrere Forscher und darunter vornehmlich P. Wagner dafür ein, daß das Natron einen gewissen und nicht zu unterschätzenden Wert für die Pflanzenernährung besitze. Mag dieses nun sein, wie es wolle, jedenfalls läßt sich ein gewisser Wert der in den Staßfurter Rohsalzen enthaltenen Natriumverbindungen und wahrscheinlich auch der Magnesiumverbindungen nicht leugnen. Es liegen auch viele Versuche vor, aus denen man eine solche Wirkung ableiten kann; von diesen wollen wir nur folgende anführen:

Edler gab bei seinen Düngungsversuchen zu Kartoffeln und Roggen zum Vergleich gegen ungedüngt eine Kainitdüngung und auf einer dritten Parzelle die in dem Kainit enthaltenen Nebensalze, aber ohne Kali, und erhielt (Hannov. land- und forstw. Ver.-Bl., 1886, 223):

Kartoffeln	ungedüngt	123,5	Meter-Zentner pro ha		
	Kainit	179,7	„ „ „		
	Salze ohne Kali	136,8	„ „ „		
Roggen	ungedüngt	18,3	Mtr.-Ztr. Körner	31,1	Mtr.-Ztr. Stroh
	Kainit	20,2	„ „	38,3	„ „
	Salze ohne Kali	19,3	„ „	37,8	„ „

Bei beiden Versuchsreihen hatte das Kali, wie es ja in der Natur der Sache liegt, die hauptsächlichste Ertragserhöhung bewirkt, aber es ist nicht zu verkennen, daß die Nebensalze eine gewisse Wirkung ausgeübt haben.

Dasselbe geht auch aus Versuchen von Völcker in England mit Futterrüben hervor, bei denen eine Düngung mit Kalisalzen im Vergleich zu einer Kochsalzdüngung gegeben wurde. (Journ. of Royal Agric. Soc. of England P I, 1867, S. 66.)

	Kalisalz	Kochsalz	
Ungedüngt	332,4	332,4	Mtr.-Ztr. Rüben pro ha
1,25 Meter-Zentner	386,2	419,9	" " " "
2,50 "	415,0	476,5	" " " "
3,75 "	437,4	458,1	" " " "
5,00 "	530,0	487,4	" " " "
10,00 "	—	551,1	" " " "

Aus diesen Zahlen ergiebt sich ein deutlicher Erfolg der kalifreien Salzdüngung, der so groß ist, daß man zweifelhaft sein kann, ob es sich hierbei überhaupt um eine Kaliwirkung und nicht nur um die Salzwirkung gehandelt hat.

Dasselbe Resultat ergab ein anderer Versuch von Völcker (ebendaselbst, 1867, P. I, 500):

ungedüngt	300,6	Meter-Zentner Rüben pro ha
3,75 Meter-Zentner Kalisalz	321,9	" " " "
3,75 " "	314,3	" " " "
3,75 " Kochsalz	349,0	" " " "

Die Wirkung der Nebensalze geht auch aus einigen Versuchsreihen der bekannten englischen Forscher Lawes und Gilbert hervor. Dieselben erhielten folgende Resultate bei Weizen (Memoranda of the Origin, Plan and Result of the fields Experiments at Rothamsted 1891).

Alle Parzellen hatten eine Grunddüngung mit rund 450 kg Ammonsalzen und 350 kg Superphosphat pro Jahr und zwar seit dem Jahre 1854 erhalten, dazu wurden nachstehende Mengen verschiedener Salze gegeben:

	Mittel von 1852—1870		Mittel von 1871—1889		Letztes Jahr 1890	
(kg pro ha)	Korn	Stroh	Korn	Stroh	Korn	Stroh
ohne Salze	1868	3404	1417	2543	2036	3737
400 kg schwefels. Natrium	2295	4114	1789	3190	2500	4585
225 " " Kalium	2277	4240	1883	3674	2775	5602
300 " " Magnesium	2289	4051	1882	3391	2369	4333

Bei diesen Versuchen ist eine sehr deutliche Wirkung der Salze hervorgetreten und zwar nicht etwa das eine oder andere Mal, sondern regelmäßig Jahr für Jahr, seit nunmehr vier Jahrzehnten. In der ersten Hälfte der Versuche haben dabei die Salze genau ebensoviel geleistet, als das schwefel-

saure Kalium; in der zweiten Hälfte ist aber schon eine gewisse Erschöpfung des offenbar sehr kalireichen Bodens eingetreten und diese spricht sich darin aus, daß die Salze nunmehr nicht ganz so viel produzieren als das schwefelsaure Kalium, dessen Kaliwirkung jetzt hervortritt; letztere spricht sich namentlich in einer deutlich höheren Strohproduktion aus. Im letzten Jahr verschärft sich dieser Unterschied, wie solches in der Natur der Sache liegt, sehr bedeutend und es wurden 1890 im Mittel 300 kg Körner und 1200 kg Stroh durch das schwefelsaure Kalium mehr produziert. In allen Fällen aber wurde durch die Salze weit mehr produziert als durch die Stickstoff-Phosphatdüngung ohne die Salze und zwar ungefähr 400 kg Körner und 700 kg Stroh. Der Erfolg der Salzdüngung war daher ein durchschlagender und zwar wurde dieser Erfolg sowohl durch schwefelsaures Natrium, wie durch schwefelsaures Magnesium in gleicher Weise hervorgebracht.

Von Lawes und Gilbert liegen auch jahrelang durchgeführte Versuche mit Futterrüben vor, deren Mittelzahlen, nach Perioden von 5:5 Jahren geordnet, wir ebenfalls anführen wollen. Die Parzellen 4 und 6 (Seite 20 des Lawes und Gilbert'schen Berichts, 1890) erhielten gleichmäßig Jahr für Jahr 438 kg Superphosphat und 560 kg schwefelsaures Kalium, dazu erhielt die Salzparzelle 6—225 kg Kochsalz und 225 kg schwefelsaures Magnesium. Außerdem wurden bei den Parzellen die unten bezeichneten verschiedenen Stickstoffdüngungen dargereicht und man erntete an Futterrüben in kg pro ha:

Mittel der Jahre 1876—80	Natronsalpeter 616 kg	Ammonsalze 448 kg	2250 kg Rapskuchen und 448 kg Ammonsalze
mit Salzen	48740	39070	61300
ohne Salze	43460	35170	52880
mehr durch Salze	5280	3900	8420
Mittel der Jahre 1881—84			
mit Salzen	44470	40450	67580
ohne Salze	36550	36180	60800
mehr durch Salze	7920	3270	6780
Mittel der Jahre 1886—90			
mit Salzen	46230	37180	56150
ohne Salze	38190	34290	49360
mehr durch Salze	8040	2890	6790

Auch bei diesen Versuchen trat eine deutliche Wirkung der Salze in allen Perioden hervor; dieselbe war gar nicht unbeträchtlich und machte in Maximo

42 Zentner Futterrüben pro Morgen aus. Nicht ganz so deutlich sprechen die Versuche mit Zuckerrüben, wozu aber zu bemerken ist, daß dieselben von Lawes und Gilbert mit der bekanntlich sehr wenig ertragsfähigen Vilmorin-Rübe ausgeführt wurden und deshalb naturgemäß geringere Unterschiede erkennen ließen als die Versuche mit der Futterrübe, durch welche ein drei- bis vierfach höherer Ertrag gewonnen wurde:

Mittel der Jahre 1872—75	Salpeter	Ammonsalze	Rapskuchen (Ammonsalze)
mit Salzen	18970	14710	22230 kg pro ha
ohne Salze	17390	14670	21770 „ „ „
Mehr durch Salze	1580	40	460 kg pro ha

Immerhin existieren auch hier gewisse Differenzen zu Gunsten der Salze.

Jedenfalls erhalten wir aber mit großer Übereinstimmung das Ergebnis aus den Versuchen von Lawes und Gilbert, Völcker und Edler, daß die Salze eine gewisse und nicht zu unterschätzende Wirkung auf die Höhe der Erträge besitzen und die Wirkung der rohen Staßfurter Kalisalze setzt sich einerseits aus ihrer spezifischen Kaliwirkung, andererseits aber auch aus der Wirkung der Nebensalze zusammen. Damit soll selbstverständlich nichts neues gesagt sein, denn man weiß seit langer Zeit, daß eine Kochsalzdüngung für gewisse Feldfrüchte, und darunter besonders auch Futterrüben (dieses stimmt mit den Ergebnissen der Versuche von Lawes, Gilbert und Völcker überein), unter Umständen von einem nicht zu unterschätzenden Nutzen sein kann.

Diese Thatsachen führen uns übrigens zu einer Deutung mancher Versuche, welche ohne dieselben nicht recht zu erklären wären. Wenn z. B. Fleischer durch die Anwendung von verschiedenen Kalimengen im Kainit auf dem Moorboden folgende Erträge erhielt:

(Grunddüngung: ausreichende Stickstoff- und Phosphorsäuremengen)

ohne Kali	8503 kg Kartoffeln pro ha
100 kg Kali	19929 „ „ „
150 „ „	21319 „ „ „
200 „ „	22796 „ „ „

so sind in den durch 100 kg Kali mehr produzierten Kartoffeln nur 66,3 kg Kali enthalten gewesen und diese Düngung hat schon einen Kaliüberschuß aufzuweisen; durch die Steigerung der Kaligabe auf 150 kg wurden 1390 kg und durch diejenige auf 200 kg 2867 kg Kartoffeln mehr als durch 100 kg Kali produziert. In dieser Erntemenge sind aber nur 8,1 bezw. 16,6 kg Kali enthalten und es liegt nahe, anzunehmen, daß

die größere Kainitgabe nicht durch ihren Kaligehalt gewirkt hat (hierzu wären 100 kg, sicher aber 150 kg ausreichend gewesen) und wenn trotzdem durch eine Erhöhung der Kainitgabe auf 200 kg Kali noch eine weitere Ertragserhöhung eingetreten ist, so muß man dieselbe wohl auf die Rechnung der im Kainit enthaltenen Nebensalze schreiben. Die Fleischerschen Versuche, deren mehrere noch hier anzugeben zu weit führen würde, lassen sämtlich diese Deutung zu.

Damit soll selbstverständlich nicht das geringste gegen die Anwendung der Kalisalze oder auch nur so großer Mengen, wie oben angeführt, gesagt sein, denn es kann dem Praktiker gleichgültig sein, ob er den durch die Kalisalze zu erreichenden sicheren hohen Ertrag durch die reine Kaliwirkung oder durch die Nebenwirkung der Salze erzielt, denn diese Salze sind in den rohen Staßfurter Kalisalzen sehr billig.

Wir gewinnen hieraus aber einen wichtigen Gesichtspunkt zur Beurteilung der im nächsten Abschnitt zu besprechenden Frage, ob man die reinen Kalisalze den rohen Salzen vorzuziehen hat.

IX. Unter welchen Verhältnissen soll man die Staßfurter Rohsalze und unter welchen Umständen die reinen Salze anwenden?

Diese Frage wird häufig erörtert und man hat noch von manchen Seiten ein gewisses Mißtrauen gegen die rohen Salze, welches aber vollkommen ungerechtfertigt ist. Die in diesem Werk enthaltenen, mit zahlreichen Beispielen belegten Ausführungen beweisen die große und sichere Wirkung, welche die Staßfurter Rohsalze unter gewissen Verhältnissen besitzen und es steht längst fest, daß diese für die meisten Zwecke wegen ihres niedrigen Preises die einzig richtigen und rentablen Düngemittel sind.

Man kann sogar nach den Ausführungen des vorigen Abschnittes den Spieß umdrehen und die Frage erörtern, ob von den reinen Kalisalzen dieselbe gute Wirkung als von den rohen zu erwarten ist, da die Wirkung der rohen Salze sich aus einer solchen für das Kali und einer solchen für die Nebensalze zusammensetzt. Nach den oben mitgeteilten Beispielen muß in der That angenommen werden, daß die Nebenwirkung der Salze keine unbeträchtliche ist und es würde daraus folgen, daß gleiche Kalimengen in reinen Salzen, ohne die Nebensalze, unter Umständen weniger wirksam sein können, als in den Rohsalzen, in denen sie sich neben anderen wirksamen Salzen vorfinden.

Der erste fundamentale Versuch, bei welchem ein Staßfurter Rohsalz mit reinem Kalisalze verglichen wurde, ist von Fittbogen mit Kainit gegen Chlorkalium und Kaliumphosphat ausgeführt. Hierbei wurde das Resultat erhalten, daß man mit gleichen Kalimengen im Kainit gerade ebensoviel produzierte, als mit den reinen Salzen. Da diese Versuche nach Hellriegelscher Methode in Sandkulturen ausgeführt wurden, sind sie nicht ohne weiteres auf die Praxis übertragbar, aber immerhin beweisen sie, daß das Kali im Kainit eine für die Pflanzenernährung geeignete Form besaß (Landw. Jahrbücher, Bd. 5, S. 804).

Vergleichende Versuche aus der Praxis liegen nicht in großer Zahl vor, indessen giebt die Thatsache, daß nicht ein einziger Versuch publiziert wurde, bei welchem die Rohsalze eine schlechtere quantitative Wirkung gezeigt haben, als die reinen, eine Berechtigung zu dem Schluß, daß gleiche Kalimengen in den Rohsalzen die gleiche Wirkung, als in den reinen Salzen, besessen haben. Farsky (Biedermanns agric.-chem. Centralblatt) gibt sogar an, daß das Chlorkalium und also auch die Chlorkalium enthaltenden Staßfurter Salze eine bessere Wirkung als die chlorfreien gezeigt hätten.

Wagner erntete bei Versuchen im Donaumoos (Zeitschrift des landw. Central-Vereins für Bayern. 188. S. 4.)

Ungedüngt	104,3
4,5 Meterzentner Kainit pro ha	125,2
1,5 „ reines Chlorkalium	125,3

Der Kanit gab also gerade ebensoviel als das reine Salz.

Ein ausführlicher Versuch liegt ferner von Schultz-Lupitz vor; bei diesem aber wurden alle möglichen Rohsalze und Produkte der Staßfurter Industrie in Vergleich gestellt. Die näheren Zahlen dieser mit Kartoffeln ausgeführten Versuche finden sich in dem die Düngung der Kartoffeln behandelnden Abschnitt dieses Werkes und es mag deshalb hier nur mit Zahlen dargethan werden, daß auch diese Versuche einen quantitativen Unterschied in der Wirkung der verschiedenen Salze nicht erkennen ließen.

Es wurde geerntet pro Morgen an Kartoffeln nach einer mit Kainit versehenen Gründüngung mit Lupinen (reichliche Phosphatmengen waren überall gleichmäßig gegeben):

		ohne Stickstoff Ztr. Kartoffeln pro Morgen	50 Pfd. Chilisalpeter Ztr. Kartoffeln pro Morgen
300 Pfd.	Kainit	69,4	74,4
75 „	Kaliumsulfat	71,1	78,5
150 „	gereinigte Kalimagnesia	72,9	79,0
75 „	Chlorkalium	66,0	72,6
90 „	Kaliumcarbonat	65,4	70,4

	ohne Stickstoff Ztr. Kartoffeln pro Morgen	50 Pfd. Chilisalpeter Ztr. Kartoffeln pro Morgen
300 „ Karnallit	64,1	71,2
300 „ Polyhalit	65,9	72,8
400 „ Krugit	76,2	70,9
ohne Kali	52,8	57,2

Es kommen, wie bei jedem Feldversuch, gewisse Abweichungen vor, vergleicht man aber das Ergebnis beider Reihen, so kann man in diesem Fall einen prinzipiellen Unterschied in der Wirkung der Kalisalze nicht entdecken.

Dagegen trat bei allen chlorhaltigen Salzen eine sehr starke und bei einzelnen anderen eine immerhin merkbare Depression des Stärkemehlgehaltes der geernteten Kartoffeln ein, so daß man von diesem Gesichtspunkt aus der Frage der Kalidüngung der Kartoffeln mit Rohsalzen mit Vorsicht nahe treten muß.

An dieser Stelle sollte nur der Beweis geführt werden, daß kein Beispiel vorliegt, bei welchem man durch die chlorhaltigen Rohsalze bei derselben Höhe der Kaligabe einen niedrigeren Ertrag erzielte, als mit den reinen Salzen und wir kommen zu dem Ergebnis, daß, wenn keine Rücksichten auf die Qualität der Ernteprodukte vorliegen, die Düngung mit den Rohsalzen nicht allein zulässig, sondern in Hinsicht auf die Billigkeit derselben und den unter Umständen von den Nebensalzen derselben zu erwartenden Nutzen, derjenigen mit den reinen Salzen vorzuziehen ist.

Dagegen muß man mit den chlorhaltigen Salzen bei manchen Pflanzen außerordentlich vorsichtig sein, da diese in gewissen Hinsichten sehr empfindlich in ihrer Beschaffenheit gegen dieselben sind.

Hierher gehört vor allem die Tabakspflanze, deren Qualität und Kaufwert durch die Anwendung chlorhaltiger Düngemittel sehr erheblich dadurch vermindert wird, daß in ihrer Asche sich die Chlorverbindungen in reichlicher Menge ansammeln und hierdurch die Verbrennlichkeit des aus den Blättern bereiteten Rauchtabaks mindern, aus diesem Grunde vermeidet man auch mit Recht die chlorhaltigen Düngemittel für die Tabakspflanze und verwendet hier nur die reinen chlorfreien Salze der Staßfurter Kalifabrikation. Für das Ausland werden diese Salze schon in Rücksicht auf die verhältnismäßig geringeren Transportkosten in hochprozentigen reinen Salzen gegenüber den geringhaltigen Rohsalzen die unter allen Umständen vorzuziehenden sein.

Ebensowenig sind die chlorhaltigen Rohsalze für die Düngung der Weinberge zu verwenden; das Mißtrauen, welches in den weinbau-

treibenden Gegenden gegen die Anwendung des Kunstdüngers vielfach besteht, ist nicht zum kleinsten Teil (abgesehen von einer zu starken Anwendung des Salpeters) darauf zurückzuführen, daß man die Weinberge zum Versuch mit größeren Mengen der unreinen chlorhaltigen Salze gedüngt hatte, die dann ebenso wie bei den anderen Pflanzen den Zuckergehalt des Mostes erniedrigt und einen Wein von schlechterer Qualität erzeugt hatten.

Seit man nun aber auf Grund der gewonnenen Erfahrungen zur Düngung chlorfreie Salze anwendet, ist das ursprünglich gerechtfertigte Mißtrauen nicht mehr berechtigt und die auf Grund von Versuchen Wagners, Moritz's, Stutzers und Neßlers mitzuteilenden Versuchsergebnisse sprechen überall dafür, daß die reineren Kalisalze mit großem Erfolg für die Düngung der Weinberge verwendet werden können. In diesem Falle scheint die gereinigte schwefelsaure Kalimagnesia, welche nur wenige Prozente chlorhaltige Salze enthält, das billigste und passendste Düngemittel zu sein.

Eine gewisse Vorsicht wird man auch bei der Düngung der Kartoffel walten lassen müssen, denn auch diese ist gegen die Chlorverbindungen nicht unempfindlich; dagegen liegt bei derselben ein Zwang zur Anwendung der reinen chlorfreien Salze insofern nicht vor, als man der Kartoffel durch eine starke Düngung der Vorfrüchte einen ansehnlichen Kalivorrat, den dieselbe besser als die meisten anderen Pflanzen aus dem Boden aufnehmen kann, bieten darf und man braucht alsdann diesen Rest früherer Düngungen nur durch eine mäßige direkte Kalisalzdüngung zu ergänzen. Wenn dieses im zeitigen Herbst geschieht, so ist die durch die chlorhaltigen Kalisalze zu erwartende Depression des Stärkemehlgehalts nicht so ausschlaggebend, daß man infolge derselben zu den reineren Kalisalzen greifen müßte. Immerhin wird man gut thun, die chlorreichsten Salze und besonders den Carnallit und Sylvinit nicht zu der Kartoffel zu verwenden; der Kainit dürfte hier das gewiesene Material sein.

Auch für die Düngung der Zuckerrübe verbot man früher die Anwendung der Kalisalze, weil man aus einer großen Zahl von Versuchen wußte, daß die chlorhaltigen Salze unter Umständen einen verheerenden Einfluß auf die Höhe des Zuckergehalts ausüben können. In neuerer Zeit erfährt man aber, daß man auf Moor- und Sandboden unter normalen Verhältnissen so große Mengen Kainit anwenden kann, wie man solches früher nie für möglich gehalten hätte, und zwar ohne die Qualität der Rüben zu schädigen. Wir verweisen in dieser Beziehung auf die nach Versuchen von Vibrans und Rimpau-Cunrau bei der Besprechung der Düngung der Zückerrübe mitgeteilten Zahlen (es wurden bis 16 Meter-

zentner Kainit pro ha angewendet). Auch auf den eigentlichen Zuckerrübenböden hat man in neuerer Zeit die Kalisalze wiederum anzuwenden begonnen und zwar auch mit dem Erfolg, daß eine Depression des Zuckergehalts lange nicht in dem Maße, als man diese früher beobachtet hatte, eintrat. Wahrscheinlich ist die Beschaffenheit der Zuckerrübe und vor allem ihre Empfindlichkeit gegen extreme Düngungen durch die erfolgreichen Maßregeln der Züchtung der letzten Jahre so verändert, daß dieselbe nunmehr stärkere Düngungen als früher vertragen kann. Allerdings muß angeführt werden, daß die Versuche auf Lehmboden bisher nur auf Nematodenäckern ausgeführt wurden und es ist die Möglichkeit nicht von der Hand zu weisen, daß sich die Rüben unter dem Einfluß der Nematoden, welche ja einen tiefeingreifenden Einfluß auf ihre Wurzeln haben, anders verhalten, als wenn keine Nematoden vorhanden sind. Dagegen spricht allerdings die Erfahrung, daß dieselben Rübensorten im Sand- und Moorboden sich sehr wenig empfindlich gegen starke Düngungen mit chlorhaltiger Kalisalze gezeigt haben.

Jedenfalls ist die Besorgnis vor der den Zuckergehalt schädigenden Wirkung der rohen Kalisalze nicht mehr eine so schwere als früher, und man wird gewiß der Prüfung dieser Frage in der nächsten Zeit näher treten.

Die große Mehrzahl unserer landwirtschaftlichen Kulturpflanzen dagegen verträgt nicht allein, sondern verwertet die Düngung mit Staßfurter Rohsalzen, nicht nur trotz, sondern wahrscheinlich gerade wegen ihres hohen Gehalts an Chlorverbindungen sehr gut und der Sylvinit, Carnallit und Kainit sind für diese die gewiesenen kalihaltigen Düngemittel. Es kann nur die Frage sein, ob der chlorärmere Kainit in Wirklichkeit den Vorzug besitzt, welchen man demselben häufig zuspricht.

Hierüber liegen bereits sehr viele Angaben und zwar besonders in einer Umfrage der deutschen Landwirtschaftsgesellschaft vor, nach der man annehmen kann, daß der Kainit für folgende Kulturpflanzen durch den Carnallit ersetzt werden kann:

> „Wiesen, Kleearten, Lupinen, Serradella und alle sonstigen Stickstoffsammler, und wahrscheinlich auch die Getreidearten. Dagegen wird für Zuckerrüben und Kartoffeln an der Anwendung des Kainits festzuhalten sein, während die günstigen Erfolge, welche man mit der Kochsalzdüngung für Futterrüben vielfach erzielt hat, für die Zulässigkeit der Anwendung des Carnallits für diesen ähnliche Pflanzen sprechen."

Für diese Arten der Anwendung ist es daher nur eine Frage des Preises des einen oder anderen dieser Düngemittel an der Verwendungsstelle, welches derselben den Vorzug verdient und der Preis an Ort und

Tabelle III.

Preise gleicher Kalimengen in Kainit und Carnallit an verschiedenen Orten.

(100 Meterzentner Kainit ab Staßfurt = 150 Mk.; 100 Meterzentner Carnallit = 90 Mk.)

Ort	Fracht für 100 Meterzentner		Es kosten an den verschiedenen Orten: 100 Meterzentner Kainit		Es kosten an den verschiedenen Orten: 125 Meterzentner Carnallit		125 Meterzentner Carnallit stellen sich billiger als 100 Meterzentner Kainit		125 Meterzentner Carnallit stellen sich teurer als 100 Meterzentner Kainit	
	Mark	Pf.	Mark	Pf.	Mark	Pf.	Mark	Pf.	Mark	Pf.
Aachen . . .	115	—	265	—	268	75	—	—	3	75
Bamberg . . .	78	—	228	—	222	50	5	50	—	—
Berlin . . .	42	—	192	—	177	50	14	50	—	—
Braunschweig .	32	—	182	—	165	—	17	—	—	—
Bremen . . .	73	—	223	—	216	25	6	75	—	—
Breslau . . .	96	—	246	—	245	—	1	—	—	—
Bromberg . .	105	—	255	—	256	25	—	—	1	25
Carlsruhe . .	108	—	258	—	260	—	—	—	2	—
Cassel	55	—	205	—	193	75	11	25	—	—
Cöln	97	—	247	—	246	25	—	75	—	—
Chemnitz . . .	101	—	251	—	251	25	—	—	—	25
Danzig . . .	123	—	273	—	278	75	—	—	5	75
Darmstadt . .	93	—	243	—	241	25	1	75	—	—
Dresden . . .	60	—	210	—	200	—	10	—	—	—
Düsseldorf . .	94	—	244	—	242	50	1	50	—	—
Elbing . . .	125	—	275	—	281	25	—	—	6	25
Emden . . .	94	—	244	—	242	50	1	50	—	—
Erfurt	35	—	185	—	168	75	16	25	—	—
Flensburg . .	98	—	248	—	247	50	—	50	—	—
Frankfurt a M.	89	—	239	—	236	25	2	75	—	—
Frankfurt a. O.	62	—	212	—	202	50	9	50	—	—
Görlitz . . .	72	—	222	—	215	—	7	—	—	—
Gotha	42	—	192	—	177	50	14	50	—	—
Insterburg . .	154	—	304	—	317	50	—	—	13	50
Kiel	88	—	238	—	235	—	3	—	—	—
Königsberg . .	141	—	291	—	301	25	—	—	10	25
Leipzig . . .	28	—	178	—	160	—	18	—	—	—
Magdeburg . .	15	—	165	—	143	75	21	25	—	—
Mannheim . .	101	—	251	—	251	25	—	—	—	25
Meinigen . .	56	—	206	—	195	—	11	—	—	—
Minden . . .	60	—	210	—	200	—	10	—	—	—
München . . .	115	—	265	—	268	75	—	—	3	75
Nürnberg . . .	89	—	239	—	236	25	2	75	—	—
Oldenburg . .	82	—	232	—	227	50	4	50	—	—
Oppeln . . .	110	—	260	—	262	50	—	—	2	50
Posen	95	—	245	—	243	75	1	25	—	—
Prag	120	—	270	—	275	—	—	—	5	—
Rostock . . .	73	—	223	—	216	25	6	75	—	—
Stettin . . .	73	—	223	—	216	25	6	75	—	—
Stralsund . .	87	—	237	—	233	75	3	25	—	—
Straßburg i. Els.	121	—	271	—	277	50	—	—	6	50
Stuttgart . . .	143	—	293	—	303	75	—	—	10	75
Trier	115	—	265	—	268	75	—	—	3	75
Warschau . . .	136	—	286	—	295	—	—	—	9	—
Würzburg . .	80	—	230	—	225	—	5	—	—	—

Stelle setzt sich aus dem Gestehungspreise in Staßfurt und der Fracht, mit welcher beide Salze belastet sind, zusammen. Hierbei ist zu bedenken, daß der Carnallit erheblich kaliärmer als der Kainit ist; ersterer enthält etwa 10 %, letzterer 12,5 % Kali und man muß für die Zuführung gleicher Kalimengen mit 12,5 Meterzentnern Carnallit anstatt 100 Meterzentnern Kainit düngen. Beides ist bei der Preisberechnung zu berücksichtigen. Dieses ist nun in Tabelle III, S. 55, geschehen und man kann aus den Angaben der Tabelle die für die verschiedenen Entfernungen innerhalb Deutschlands vorliegenden Verhältnisse ersehen.

In der letzten Reihe der Tabelle III finden sich die Angaben, wieviel billiger oder teuerer sich die Anwendung gleicher Kalimengen im Carnallit oder Kainit gestaltet und man wird finden, daß sich der Kainit nur an den Grenzen Deutschlands billiger stellt; an vielen Orten ist allerdings der Kainit nicht wesentlich teuerer als der Carnallit und dort würde man wohl empfehlen können, den ersteren zu verwenden, da er sehr viel angenehmere äußere Eigenschaften besitzt, nicht zerfließt wie der Carnallit und nicht in dem Maße wie dieser ätzend wirkt.

Die Angaben für die Zulässigkeit des Ersatzes des Kainits durch den Carnallit (auch durch den Sylvinit, welcher noch mehr Chlorverbindungen als der Carnallit enthält) gehen aber von der Voraussetzung aus, daß man sich hierbei innerhalb der gewöhnlich geübten Anwendung mäßiger Mengen hält, also die gebräuchlichen 2—3 Zentner pro Morgen zur Anwendung bringt. Nun ist es aber durch die Beobachtungen Fleischers als erwiesen zu betrachten, daß man gut thut, unter Umständen sehr viel größere Mengen der Kalisalze anzuwenden und für diese ist die Unschädlichkeit des Ersatzes des Kainits durch den Carnallit durchaus nicht erwiesen, ja es liegen Anhaltspunkte vor, welche zu einer gewissen Vorsicht in der Anwendung der chlorreicheren Salze auffordern. So teilt Fleischer mit, daß er bei Düngungsversuchen auf Wiesen durch die Anwendung von 2 Zentnern Sylvinit pro Morgen gegen 2½ Zentner Kainit, worin die gleiche Kalimenge enthalten war, einen besseren Erfolg als mit dem Kainit erhalten habe; als jedoch größere Mengen der Düngemittel verwendet seien, habe der Kainit noch eine weitere bedeutende Steigerung des Ertrags bewirkt, während durch die Verstärkung der Sylvinitgabe ein Sinken des Ertrages eingetreten sei. Es ist nicht ausgeschlossen, daß dasselbe auch durch die Anwendung entsprechender Carnallitmengen eintreten kann und man muß daher empfehlen, sich bei Anwendung extrem starker Düngungen (von mehr als 6—7 Meterzentnern Karnallit pro ha) eine gewisse Beschränkung in der Anwendung der chlorreicheren Salze aufzuerlegen, solange bis die Unschädlichkeitsgrenze durch weitere Versuche festgestellt ist. Für die starken Düngungen wird man daher vor-

läufig den Kainit oder ein Gemenge von Kainit und Carnallit zu bevorzugen haben.

Die Ursache der schädlichen Wirkungen extremer Gaben von chlorreichen Salzen liegt wahrscheinlich in der ätzenden Wirkung der Chlorverbindungen; es ist nämlich eine oft gemachte Erfahrung, daß die mit den chlorreichen Salzen in Berührung kommenden Körner mangelhaft und langsam keimen, einen schlechten und ungleichmäßigen Bestand geben und die jungen Pflänzchen durch die konzentrierte Salzlösung im Boden angegriffen werden; auch die ungünstige Beeinflussung der mechanischen Beschaffenheit der Ackererde kommt wohl hierbei in Betracht.

Im übrigen ist es aber ein beruhigender Gedanke für die auf die Kalidüngung angewiesene Landwirtschaft, daß wenigstens ein erheblicher Teil des in viel geringeren Mengen vorkommenden Kainits durch den in ungemessenen Mengen unter den Staßfurter Ablagerungen vorkommenden und schwerlich in denkbarer Zeit zu erschöpfenden Carnallit ersetzt werden kann.

X. Sonstige, für die Düngung geeignete Kaliverbindungen und kalihaltige Materialien.

Das phosphorsaure Kalium. Dieses Salz empfiehlt Lucke-Pattershausen in Nummer 76 und 102 der Deutschen landwirtschaftlichen Presse, 1891. Die Darstellung des phosphorsauren Kaliums erfolgt durch Neutralisation von kohlensaurem Kalium mit freier Phosphorsäure und man erhält hierbei ein Salz mit 36—38 % wasserlöslicher Phosphorsäure und 26—28 % Kali, welches zum Preise von 42 Mark pro Meterzentner durch H. E. Albert, Biebrich am Rhein, in den Handel gebracht wird. Lucke verwendet dasselbe bereits seit mehreren Jahren und teilt darüber mit, daß er sehr günstige Erfolge damit erzielt habe, denn es seien Ertragssteigerungen von 600—800 kg Körnern und 1600 kg Stroh mit demselben erzielt worden. Während Superphosphat mit Chilisalpeter, Thomasmehl und Kainit mit Chilisalpeter in trocknen Jahren ein vollkommenes Verbrennen der Pflanzen auf einem leichten, kalkarmen Sandboden bewirkt hätten, habe das phosphorsaure Kalium immerhin noch eine Mittelernte zu Wege gebracht, wenn es im Verein mit Chilisalpeter gegeben wurde. Lucke empfiehlt, pro ha zwei Drittel Meterzentner dieses Salzes im Frühjahr, mit Chilisalpeter gemischt, auszustreuen und giebt an, durch diese Anwendung viel bessere Erfolge als durch die Anwendung anderer Formen von Kaliverbindungen und Phosphaten erzielt zu haben.

Wenn auch erst eine weitere Bestätigung der von Lucke gemachten Beobachtungen an anderen Stellen (die Versuche sind bereits eingeleitet) abzuwarten ist, so kann doch die Möglichkeit einer erfolgreichen Wirkung dieses Düngemittels nicht abgeleugnet werden. Sein Preis ist allerdings vorläufig ein sehr hoher.

Der Kalisalpeter und der Kali-Natronsalpeter. Daran, daß der Kalisalpeter ein für die Versorgung der Pflanzen mit Stickstoff und Kali sehr geeignetes Salz ist, kann nicht im mindesten gezweifelt werden, denn es liegen hierüber sehr viele Vegetationsversuche vor; leider steht sein hoher Preis seiner Anwendung entgegen. Zur Vollständigkeit mag ein Versuch von Pagnoul (Annales agronomiques, April, 1881) angeführt werden, bei welchem die Wirkung des Kalisalpeters durch ein Gemisch von Natronsalpeter und Chlorkalium nicht zu erreichen war. Derselbe erntete Zuckerrüben pro ha:

450 kg	Ammonsulfat	300 kg Chlorkalium	378 Mtr.-Ztr.	10,82 %	Zucker
600 „	Natronsalpeter	300 „ „	423 „ „	13,98 %	„
700 „	Kalisalpeter		496 „ „	13,01 %	„

In der Höhe der Ernte hat bei diesem Versuche allerdings der Kalisalpeter das Gemisch von Natronsalpeter und Chlorkalium geschlagen, aber im Zuckergehalt ist er unterlegen.

Auch Drechsler hat Versuche mit Kalisalpeter ausgeführt und z. B. bei Kartoffeln gefunden:

Ungedüngt	203,9 kg pro ha
Natronsalpeter	245,0 „ „ „
Kalisalpeter	258,5 „ „ „

Schlagend ist übrigens der Beweis von der Überlegenheit des Kalisalpeters durch diese Versuche noch nicht als erbracht zu betrachten und der hohe Preis des Kalisalpeters wird von selbst seine Anwendung verbieten.

Unter dem Namen Kali-Natronsalpeter kommt gelegentlich ein aus den letzten Laugen der Natronsalpeterfabrikation in den Chilisalpeterdistrikten krystallisierendes Salz in den Handel, welches etwa 7 % Kali und 12—13 % Stickstoff enthält. Dasselbe ist versuchsweise ebenfalls angewendet worden und hat sich bei den von Drechsler und Edler ausgeführten Versuchen recht wohl in kaliärmeren Sandbodenarten bewährt. Nach den von Heine-Hadmersleben ausgeführten Versuchen ist dagegen seine Wirkung im Lehmboden keine erheblich bessere als diejenige des Natronsalpeters bei gleichen Stickstoffgaben gewesen.

Die Zusammensetzung verschiedener Aschen (nach E. v. Wolff).

	Kali	Phosphorsäure	Kalk	Chlor
Asche von Laubholz	10,0	3,5	30,0	0,3
„ „ Nadelholz	6,0	2,5	35,0	0,3
„ „ Braunkohlen	0,7	0,6	16,0	—
„ „ Steinkohlen	0,2	0,2	3,5	—
„ „ Torf (Kalk)	0,5	1,2	45,7	0,6
„ „ „ (Eisenkalk)	0,8	1,4	33,3	—
„ „ „ (Gyps, Thon)	1,8	1,8	14,7	—
Schlämpekohle v. Melasse	32,1	1,0	3,5	11,1
„ ausgelaugt	1,8	1,6	10,2	0,3.

Die Holzasche ist das älteste kalihaltige Düngemittel gewesen, welches überall mit größtem Erfolge angewendet wurde, wo eine Kaliarmut existierte. Es ist sehr zu bedauern, daß diese Quelle durch das Zurückgehen des Gebrauchs des Holzes als Brennmaterial fast vollkommen versiegt ist. Wo man noch Asche von Holz bekommen kann, soll man dieselbe aber ja anwenden. Aus obiger Zusammenstellung geht hervor, daß die Asche von Laubholz wertvoller als diejenige von Nadelholz ist, denn erstere enthält 10, letztere nur 6 % Kali; immerhin ist aber auch letztere brauchbar.

Die Asche von Torf und von Braunkohlen, sowie Steinkohlen ist ein sehr kaliarmes Material und kommt für die Kalidüngung kaum in betracht. Dagegen ist die Asche der Melasseschlämpe, aus welcher man kohlensaures Kalium gewinnt, ein sehr wertvolles Material und kann unter Umständen wohl verwendet werden, wo es auf die Zuführung des kohlensauren Salzes ankommt und die begleitenden 11 % Chlor, entsprechend etwa 20 % Chlorverbindungen, nicht schaden. Ausgelaugt ist sie dagegen wenig wert. (Für die Tabakdüngung ist sie infolgedessen nicht brauchbar.)

Der Seeschlick. Dieser ist unter Umständen ein sehr kalireiches und zur Düngung und mechanischen Verbesserung des Moor- und Sandbodens, wo es die Transportkosten zulassen, vorzüglich geeignetes Material. Derselbe enthält nach Fleischer:

Dollartschlick	680	Teile Kali in 100 000 Teilen
Weserschlick	575	„ „ „ „ „
Jahdeschlick	890	„ „ „ „ „

Trotzdem sein Kaligehalt ein verhältnismäßig hoher ist, macht er aber die Kainitdüngung auf den geschlickten Hochmoorfeldern nicht ganz unnötig, denn Fleischer erntete mit einer Kaliphosphatdüngung pro ha mehr Kartoffeln gegen die reine Schlickdüngung:

1. Jahr 22 Meterzentner
2. „ 57,5 „
3. „ 29,5 „

Eine mäßige Kalidüngung wird daher auf den geschlickten Feldern immerhin noch von Nutzen sein können. Natürlich wird man neben der Schlickdüngung wesentlich an sonstigen kalihaltigen Düngemitteln sparen können.

Die Düngung mit gemahlenem Feldspat. Der kalireiche Feldspat (derselbe enthält als Kalifeldspat, Orthoklas, 8—12 % Kali) ist schon oft als kalihaltiges Düngemittel empfohlen worden und Feilitzen und Nilson in Schweden haben die Wirksamkeit desselben in einem ganz armen Moorboden, der besonders auf eine Kalidüngung reagierte, geprüft; der Erfolg war folgender: Versuch von Nilson mit Hafer (Biedermanns agric.-chem. Centralblatt, 1889, S. 608):

Von 100 Samen wurden erzielt:

	Körner	Stroh
Ohne alles	5,3 g Körner,	12,0 g Stroh
Phosphorsäure und Chilisalpeter	175,5 „ „	264,0 „ „
Phosphorsäure, Chilisalpeter und 200 g Feldspat	171,5 „ „	266,5 „ „
Phosphorsäure, Chilisalpeter und 300 g Feldspat	177,7 „ „	286,0 „ „
Phosphorsäure, Chilisalpeter und Kaliumsulfat	232,5 „ „	371,0 „ „

Der Erfolg war also trotz der offenbaren Kalibedürftigkeit des Moorbodens ein geringer und gar nicht in betracht kommender. Feilitzen fand ferner (Schwed. Ztschrft. f. Moorcultur, 1890, S. 455, durch Bieder m. agric.-chem. Centralbl.):

	Klee		Kartoffeln	Erbsen	Klee
Thomasphosphat	318	621	—	663	43
„ und Feldspat	349	623,5	314	650	43
„ „ Kainit	540	747	875	878	133

Der Ausfall dieser Versuche ist für den gemahlenen Feldspat ein sehr ungünstiger, denn trotzdem der Moorboden das für die Lösung der Nährstoffe denkbar günstigste Medium ist, hat sich ein erheblicher Erfolg für den Feldspath nicht herausgestellt, während der Kainit außerordentlich große Ertragserhöhungen hervorbrachte.

Es werden daher auch die von den Kaliquellen entfernter liegenden Gegenden einen Ersatz in dem Feldspat nicht finden, sondern auf den Bezug der Staßfurter Salze angewiesen bleiben.

XI. Die beste Zeit und Art der Anwendung der Kalisalze.

Es ist nicht zu leugnen, daß die Kalisalze ebenso wie alle salzartigen Düngemittel in manchen Beziehungen unangenehme Eigenschaften besitzen.

1) Dieselben lösen sich zunächst in der Bodenflüssigkeit und verändern gewissermaßen die Art der im Boden enthaltenen Feuchtigkeit. Wenn man z. B. einen anscheinend trocknen Boden mit Kalisalzen mischt, so erscheint er mit einemmal vollständig naß.

Offenbar wird die in absorbiertem Zustande, sozusagen als Quellungswasser, in dem Boden enthaltene Feuchtigkeit von den Salzen angezogen und hierdurch in einen tropfbar flüssigen Zustand zurückverwandelt; diese Wirkung kann unter Umständen eine so energische sein, daß ein mit reichlichen Salzmengen vermischter Boden einen vollkommen versumpften Eindruck macht. Trocknet nun ein solcher nasser Boden aus, so geschieht dieses unter Bildung einer sehr harten Kruste, welche unter Umständen einen vollkommen cementartigen Eindruck macht. Diese Erscheinung tritt nun nicht nur bei Versuchen im kleinen, sondern auch in jedem etwas bündigeren Boden auch in der Praxis auf und wird nicht allein durch die Kalisalze, sondern durch jedes salzartige Düngemittel, z. B. den Chilisalpeter, hervorgebracht. Diese Erscheinung kann unter Umständen recht unangenehm werden; es giebt z. B. einen thonig, sandig, eisenschüssigen Boden, welcher an und für sich schon beim Austrocknen sehr hart wird, der aber unter dem Einflusse der Kalidüngung felsenfest wird und kaum mit der Hacke zu durchbrechen ist. In diesem, für die Kalidüngung sonst höchst empfänglichen Boden, sieht man daher aus mechanischen Rücksichten häufig von der Kalidüngung ab, weil die Pflanzen gar zu sehr unter der unangenehmen mechanischen Verschlechterung des Bodens leiden. Hiergegen giebt es zwei Mittel: Die im Frühjahr angewendeten Kalisalze zeigen die obengenannte Eigenschaft der Verschlechterung des Bodens in mechanischer Beziehung mehr als wenn sie im Herbst angewendet werden. Man muß daher die Frühjahrsanwendung in allen schwierigeren Bodenarten vollkommen ausschließen und die Kalisalze so früh als möglich bereits im Herbst ausstreuen. Diese Art der Anwendung hilft in leichteren Fällen, in schwereren aber versagt sie auch und hier giebt es nur ein einziges Mittel, nämlich die Anwendung von reichlichen Kalkmengen neben den Kalisalzen. Der Kalk besitzt durch die Bildung von Silicaten von günstigen mechanischen Eigenschaften eine derartig bodenmildernde Kraft,

daß derselbe als mechanisches Mittel zur Bodenverbesserung gar nicht hoch genug geschätzt werden kann. Ein sprechendes Beispiel hiervon erfuhr der Verf. bei Versuchen mit Kalisalzen zu Zuckerrüben, für welche pro Morgen 10 Zentner Kainit im Herbst und ebenso viel im Frühjahr angewendet wurden. Die Parzelle, wo diese starke Düngung ausgeübt war, konnte kaum bearbeitet werden, der Aufgang der Rüben war hier ein ungleichmäßiger, die sich im Boden bildende Kruste konnte kaum mit der Hacke gebrochen werden und die Pflanzen standen auf dieser Parzelle infolgedessen sehr lückenhaft. Dagegen war der Stand auf der daneben liegenden, mit 10 Zentner Kalk pro Morgen gedüngten Parzelle ein vollkommen normaler, die Bearbeitung vollzog sich gut und diese Parzelle machte den Eindruck, als ob sie überhaupt eine starke Kainitdüngung nicht erhalten hätte.

Hieraus sollen wir lernen, daß in jedem einigermaßen schwierigen Boden der Kalk ein steter Begleiter der Kalisalzdüngung sein soll; unterlassen wir die Anwendung desselben unter diesen Verhältnissen, so kann leicht der Fall eintreten, daß die Kalidüngung schließlich zu höchst unangenehmen mechanischen Folgen führt.

2) Die Kalisalze verzögern die Keimung der ausgesäten Körner und ausgepflanzten Rüben oder Kartoffeln. Dieses erfolgt offenbar durch ihre wasseranziehende und hierdurch ätzende Wirkung, denn es ist bekannt, daß alle konzentrierteren Salzlösungen die Keimung verzögern. Die jungen Pflänzchen können sodann die konzentrierte Salzlösung im Boden erst recht nicht vertragen und die Folge davon ist, daß ein großer Teil eingeht und ein lückenhafter Bestand entsteht. Zur Vermeidung dieser Übelstände genügt es meistens, die Kalisalze sehr frühzeitig auszusäen und wir kommen somit zu dem Resultat, daß unter gewissen günstigen Verhältnissen wohl auch noch eine spätere Anwendung der Kalisalze zulässig und von Nutzen sein kann, daß im allgemeinen aber die frühzeitige Anwendung der späteren vorzuziehen ist.

Diese Vorschrift wird auch in der Praxis längst befolgt, denn die unangenehme Eigenschaft der Störung der Keimung ist in der Praxis längst bekannt. Salfeld giebt z. B. an, daß in einem trockenen Sandboden die Keimung von Roggen um volle 14 Tage verzögert worden sei. Daß man bei gleichzeitiger Anwendung von Kalk freiere Hand in der Anwendung der Kalisalze hat und daß diese alsdann auch bei späterer Anwendung nicht mehr so unangenehm wirken, ergiebt sich aus den vorstehenden Ausführungen von selbst.

Die frühzeitige Anwendung der Kalisalze im Herbst ist nun mit Leichtigkeit für alle Sommerfrüchte durchführbar, aber für das Wintergetreide ist man häufig in Verlegenheit. Gerade der Roggen ist in dem leichten Sandboden eine für die Anwendung der Kalisalze geeignete Feld-

frucht und sollte überhaupt nicht ohne die Kali- (Phosphat-) Düngung kultiviert werden. Der Roggen folgt nun nicht selten auf Kartoffeln oder auf Futterrüben und in diesem Falle ist die frühzeitige Anwendung der Kalisalze von selbst ausgeschlossen. Wenn der Boden durch vorhergegangene Regengüsse in gutem Feuchtigkeitszustande ist, hat es auch in diesem Falle mit der Anwendung der Kalisalze kurz vor der Bestellung des Roggens nicht viel zu sagen, wenn er aber sehr trocken ist, muß man Bedenken tragen, eine stärkere Kalidüngung für den Roggen nach Sommerfrüchten zur Anwendung zu bringen, denn der Kartoffelroggen befindet sich wegen seiner späteren Bestellung ohnehin schon in ungünstigeren Entwickelungsverhältnissen. In diesem Falle dürfte anzuraten sein, den Kainit in zwei Hälften zu teilen und die eine vor der Bestellung bei der Pflugarbeit zu geben, die zweite Hälfte aber zu reservieren und im Winter auf den den Roggen bedeckenden Schnee zu streuen. In der Praxis wird dieses mit gutem Erfolge längst ausgeübt, denn es giebt eine große Zahl von Landwirten, welche die keimungsverzögernde und die erste Entwickelung hindernde Eigenschaft der Kalisalze im trockenen, leichten Boden sehr wohl kennen.

Daß das flache Eineggen der Kalisalze, wie dasselbe vielfach geschieht, keine genügende Art des Unterbringens ist, versteht sich nach den vorhergegangenen Ausführungen ebenfalls von selbst, wenngleich die Rücksicht auf die Verbreitung des Kalis in tieferen Schichten das tiefe Unterpflügen nicht unbedingt zu fordern scheint. Die in den Rohsalzen enthaltenen Chlorverbindungen sorgen offenbar derartig für die Verbreitung des Kalis auch in tieferen Schichten, daß ein tieferes Unterbringen, wie gesagt, aus Rücksicht auf diese Verbreitung unnötig erscheint; den besten Beweis hierfür liefert die recht erfolgreiche Anwendung der Kalisalze auf Wiesen, in denen sie ja überhaupt nicht in tiefere Schichten auf mechanischem Wege gebracht werden können. Dagegen ist ein tieferes Unterbringen in Rücksicht auf die mechanische Beschaffenheit der Ackerkrume in den meisten Fällen erwünscht.

Je feiner man die Kalisalze beim Ausstreuen verteilen kann, um so sicherer wird sich ihre Wirkung gestalten. Da der Kainit bei längerem Lagern zu harten und schwer zu zerkleinernden Klumpen zusammenballt, empfiehlt es sich, denselben nach Fleischers Vorschlag durch Mischen mit $2^1/_2$ % fein gemahlenem Torfmüll hiervor zu schützen. Der Torfmüll-Kainit hat auch schon längst die weiteste Verbreitung gefunden. Ist man in der Lage, den Kainit unmittelbar nach Empfang ausstreuen zu lassen, so ist ein Mischen mit Torfmüll natürlich nicht nötig; ist man dagegen gezwungen, einen gewissen Vorrat, z. B. zum Einstreuen in die Ställe, lagern zu lassen, so ist die Anwendung des Torfmülls nicht wohl zu umgehen.

Man kann auch den Kainit mit anderen Düngemitteln mischen und beide dann gemeinsam ausstreuen; dieses geht sehr wohl, wenn Kainit mit Chilisalpeter, Ammonsalzen oder Superphosphaten gemeinsam verwendet werden soll; dagegen ist das Mischen mit Thomasschlacke eine sehr unangenehme Operation, weil das Thomasphosphat und der Kainit oder Carnallit (beide verhalten sich in dieser Beziehung ziemlich gleich) unter starker Erwärmung eine harte Cementmasse bilden, welche erst noch einmal wieder zerkleinert werden muß, ehe man dieselbe ausstreuen kann. Diese Erhärtung gebraucht allerdings einige Zeit, so daß man ganz frisch mit Kalisalzen gemischtes Thomasphosphat noch ausstreuen kann; man lasse daher niemals einen größeren Posten Kalisalz mit Thomasphosphat im Vorrat mischen. Bei unsicherem Wetter unterlasse man die Herstellung größerer Mengen des Gemisches jedenfalls und lasse dann lieber die einzelnen Düngemittel ausstreuen.

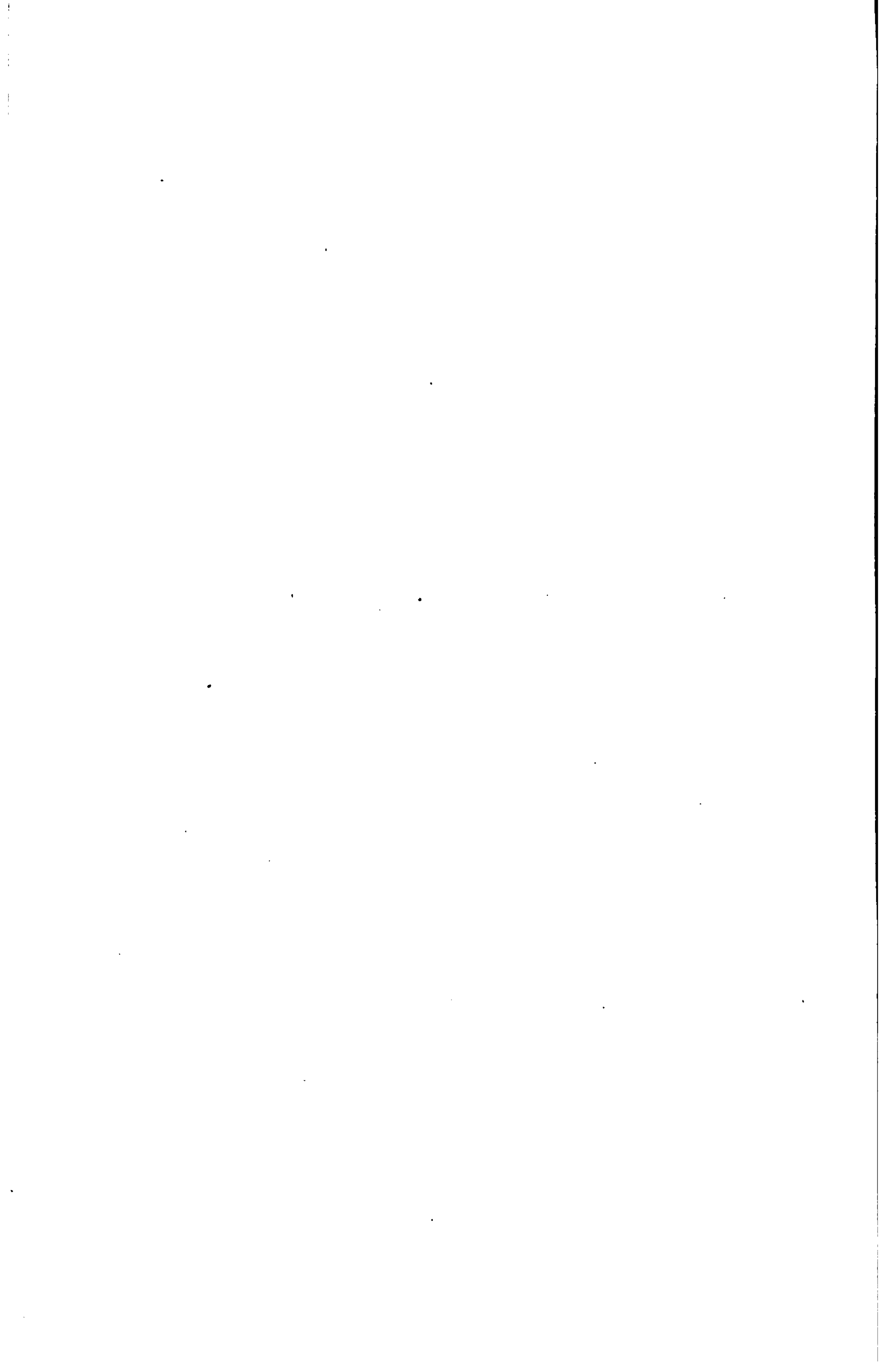
XII. Die sorgfältigste Pflege aller Kulturpflanzen ist die Grundbedingung für die volle und sichere Wirkung der Kalisalze.

Die Kalisalze üben, wie mehrfach dargelegt worden ist, in manchen Beziehungen einen ungünstigen Einfluß auf die Entwickelung der Pflanzen aus, indem sie die Keimung verzögern und die mechanische Beschaffenheit des Bodens in ungünstiger Weise gestalten und außerdem die Pflanzen zu einer gewissen Spätreife geneigt machen. Diese unangenehmen Nebeneigenschaften können einen guten Teil der günstigen Wirkungen der Kalisalze zu nichte machen und der Landwirt muß bestrebt sein, seine Maßregeln der Bestellung und Pflege der Pflanzen so zu gestalten, daß die unangenehmen Eigenschaften möglichst wenig in Erscheinung treten. Hierzu gehört, daß die Bestellung so früh, als sie gut auszuführen ist, in Angriff genommen wird, denn eine frühzeitige Bestellung ist das beste Mittel gegen die Neigung zur Spätreife. Der Neigung zur mechanischen Verschlechterung des Bodens muß durch die Anwendung des Kalks und die sorgfältigste Bearbeitung der Bodenoberfläche mit der Hacke entgegengearbeitet werden.

Daß die Drill- und Hackkultur mit der Anwendung der Kalisalze Hand in Hand gehen muß, versteht sich eigentlich von selbst; man wird aber schon aus einem anderen Grunde mit der Zeit von selbst zur Einführung derselben gezwungen, weil nämlich von der Düngung mit den Kali-

salzen nicht allein die Kulturpflanzen, sondern ebenso sehr und vielleicht noch mehr das Unkraut profitiert. Dieses entwickelt sich unter der Hülfe der Kali-Phosphatdüngung mit äußerster Üppigkeit und es könnte fast scheinen, als ob hierdurch ein wesentlicher Vorteil der Anwendung der Kalisalze aufgehoben würde. Davon ist nun freilich in Wirklichkeit nicht die Rede, denn wenn man die Erträge durch die Anwendung der Kalisalze in so bedeutender Weise erhöht, daß man auf dem Sandboden, wenn die Witterungsverhältnisse günstig sind, fast ebensoviel als auf den besseren Bodenarten ernten kann, dann muß man sich natürlich auch die gleiche Mühe wie auf den besseren Bodenarten geben: mühelos fallen auch hier dem Landwirt die Früchte nicht in den Schoß, sie wollen durch fleißige Arbeit erkämpft sein, aber der Gewinn der rationellen Wirtschaftsweise giebt ihm ja auch die Mittel in die Hand, um mit Aufwand der besten Hülfsmittel wirtschaften zu können.

In diesem Sinne ist die Anwendung der Kalisalze vom höchsten Wert für die Bewirtschaftung des leichteren Bodens geworden, denn wer hätte früher gedacht, daß man dort so hohe Zuckerrübenernten machen könnte, als jetzt in besserem Boden kaum vorkommen. Den Männern, welche bahnbrechend für die Anwendung und erfolgreiche Einführung der Kalisalze in der Landwirtschaft gearbeitet haben, kann nicht genug gedankt werden.



Specieller Teil.

I. Die Anwendung der Kalisalze für Wiesen.

Die Anwendung der Kalisalze auf Wiesen wird schon seit verhältnismäßig langer Zeit geübt und man hat infolgedessen Gelegenheit gehabt, einen reichen Schatz von Erfahrungen zu sammeln, sodaß man über dieselbe ein fast vollkommen abgeschlossenes Bild gewinnen kann.

Alle Beobachtungen stimmen darin überein, daß man in der zweckmäßigen und den Verhältnissen richtig angepaßten Anwendung der Kalisalze ein Mittel besitzt, um die Erträge der Wiesen nicht nur vorübergehend, sondern dauernd zu erhöhen und gleichzeitig die Beschaffenheit und den Nährwert des geernteten Heues in früher ungeahnter Weise zu heben. Wiesen, welche früher kümmerliche Erträge gaben und zwar von einem Heu, bei welchem die Viehbestände verhungern konnten, geben seit der Anwendung der Kalisalze hohe Erträge eines Heues von ausgezeichnetem Nährwert.

Allerdings sind mancherlei Verhältnisse zu beachten, wenn die besten Erfolge erzielt werden sollen und wir werden deshalb ausführlich die einschlagenden Verhältnisse zu prüfen haben.

1. Der Kalibedarf einer Heuernte und die zur Düngung zu verwendenden Kalimengen.

Der Kalibedarf einer Heuernte auch nur unter mittleren Verhältnissen ist ein sehr hoher; wir geben denselben in der nachstehenden kleinen Zusammenstellung, welcher wir gleich die betreffenden Angaben für den Phosphorsäurebedarf hinzufügen, da dieser später zur Besprechung herangezogen werden muß.

Ernte pro ha Met.-Ztr. Heu			Kali	Entsprechend Kainit Met.-Ztr.	Phosphorsäure kg
Höchste	100	Met.-Ctr.	160,0 kg	12,5	43,0
Hohe	80	„	128,0 „	10,0	34,4
Mittlere	60	„	96,0 „	7,5	25,8
Niedrige	40	„	64,0 „	5,0	17,2

Aus diesen Zahlen geht hervor, daß auch eine niedrige Heuernte dem Boden immerhin sehr erhebliche Mengen Kali entzieht, welche beispielsweise bei einer Ernte von 20 Zentner Heu pro Morgen die beachtenswerte Menge von 32 Pfund Kali pro Morgen, für deren Deckung $2^1/_2$ Zentner Kainit pro Morgen zugeführt werden müßten, darstellen.

Nun ist in der That aber der Kalibedarf einer hohen Heuernte, wenn dieser hohe Ertrag durch die Düngung mit Kalisalzen in erster Linie hervorgebracht wird, ein noch erheblich höherer, als in obigen Zahlen ausgedrückt ist, denn diese gehen von der Annahme aus, daß hohe und niedrige Ernten einen gleichen prozentigen Kaligehalt enthalten. Solches ist aber durchaus nicht der Fall, denn die Kalidüngung erhöht nicht allein den Ertrag, sondern gleichzeitig auch den Kaligehalt des Heues, welcher sich hierdurch weit über das Mittel erheben kann. Unter den Versuchen von Lawes und Gilbert finden sich auch solche mit Kalidüngungen auf Wiesen und bei diesen ist das geerntete Heu auf seinen Kali (und auch sonstigen Gehalt an Mineralstoffen) untersucht. Dabei fand man einen Gehalt von

1,92 % Kali in dem mit Kalisalzen gedüngten Heu
1,14 „ „ „ „ „ „ nicht gedüngten Heu

0,44 % Phosphorsäure im mit Phosphaten gedüngten Heu
0,27 „ „ im ohne Phosphate gedüngten Heu.

Der Kaligehalt des mit Kalisalzen gedüngten Heues erhebt sich daher weit über denjenigen des ungedüngten, und es leuchtet ein, daß das Heu bei einer starken Kalidüngung nicht nur proportional der stattgefundenen Ertragserhöhung mehr Kali entziehen muß, sondern in einem weit größeren Verhältnis. Wenn wir die Zahlen von Lawes und Gilbert zu Grunde legen, erhalten wir folgende Verhältnisse:

Ernte pro ha	Met.-Ztr. Heu	Heu mit 1,92 % Kali	Entsprechend Kainit Met.-Ztr.	Heu mit 0,44 % Phosphorsäure
Höchste	100 Met.-Ctr.	192,0 kg	15,0	44,0 kg
Hohe	80 „	153,6 „	12,0	35,2 „
Mittlere	60 „	115,2 „	9,0	26,4 „

Hiernach erhalten wir das Resultat, daß zur Erzeugung einer mittleren Heuernte wahrscheinlich 115 kg Kali erforderlich sind, d. h. eine Menge, welche in 9 Meterzentnern Kainit pro ha enthalten ist. Nehmen wir aber auch nur die niedrigeren Zahlen für das Kali an, so sind es immerhin noch 96 kg Kali, entsprechend 7,5 Meterzentner Kainit pro ha. Diese Menge kann bei sehr hohen Erträgen sogar auf 192 kg Kali, entsprechend 15 Meterzentnern Kainit steigen und es folgt hieraus, daß man der Kalidüngung der Wiesen die größte Aufmerksamkeit zu schenken hat.

Wie groß müssen nun die Kalimengen bemessen werden, um obigen Kalibedarf der Wiesen zu decken? Diese Frage ist nicht übereinstimmend für alle Verhältnisse zu beantworten. Die Düngung muß nämlich so viel Kali zuführen, als aus anderen Quellen den Wiesenpflanzen nicht geliefert wird. Wenn nun die Wiesen, wie dasselbe ja häufig der Fall ist, überschwemmt und auf denselben fruchtbarer Schlick abgelagert wird, oder wenn das Überschwemmungswasser erhebliche Mengen löslicher Kaliverbindungen zuführt, so erhält die Wiese hierdurch einen Zuschuß, welcher alsdann von der durch die Düngung zuzuführenden Kalimenge in Abzug zu bringen ist. Außerdem wird durch die fortschreitende Verwitterung der Bodenbestandteile im Laufe eines Jahres eine gewisse Kalimenge den Wiesenpflanzen zugänglich gemacht und diese Mengen zusammengenommen lassen sich dadurch messen, daß man den Kaligehalt berechnet, welcher in den Heuernten vor der Düngung mit Kalisalzen enthalten war. Wenn z. B. eine Wiese vor der Düngung mit Kalisalzen im Durchschnitt einen Heuertrag von 30 Meterzentnern, nach derselben aber einen solchen von 70 Meterzentnern Heu gab, so erhalten wir folgende Zahlen:

(Der Kaligehalt des Heues wird bei dem niedrigen Ertrage voraussichtlich niedrig, nach Lawes und Gilbert 1,14 %, bei dem hohe Ertrage aber hoch, 1,92 % nach denselben sein.)

70 Met.-Ztr. Heu zu 1,92 % Kali		134,4 kg Kali
30 „ „ „ 1,14 „ „		34,2 „ „
Zur Produktion sind erforderlich:		100,2 kg Kali.

Um der Wiese diese 100 kg Kali zuzuführen, muß man demnach mit jährlich mindestens 8 Meterzentner Kainit pro ha düngen und hierbei wird vorausgesetzt, daß das in der Düngung gegebene Kali voll und ganz aufgenommen worden sei — eine Annahme, welche aber durchaus nicht zutrifft — man ist vielmehr zur Anwendung erheblich größerer Mengen gezwungen, um obige 100 kg Kali den Pflanzen wirklich zuzuführen.

Man sieht daraus, daß die Düngungen mit Kainit, wenn sie wirklich reichliche Erträge erzeugen sollen, nicht zu niedrig gegriffen sein dürfen, denn mit obigen Zahlen haben wir noch nicht einmal die äußersten Grenzen der möglichen Ertragserhöhungen erreicht. Man kann danach übrigens auch berechnen, wie viel Heu-Mehrertrag ein Centner Kainit höchstens erzeugen kann und kommt dabei zu dem Resultate, daß 1 Meterzenter Kainit nicht mehr als sechs und zwei drittel Meterzentner Heuerzeugen kann.

Jedenfalls geht aber aus den angegebenen Zahlen hervor, daß man für Wiesen keinenfalls mit dem Kainit sparen darf und man ist in dieser Beziehung bisher wahrscheinlich zu sparsam gewesen, und vor allen Dingen ist die Kainitgabe

jährlich zu wiederholen. Dieser Ansicht ist auch Fleischer, welcher die Wiesendüngung bei seinen Versuchen über die Moorkultur auf das eingehendste studiert hat. Derselbe führt folgende mit der Kainitdüngung (in Verbindung mit Thomasphosphat) erzielte Erfolge an. Eine sehr kaliarme Torfwiese wurde zur einen Hälfte alljährlich mit Kainit und Thomasphosphat in reichlichen Mengen gedüngt (anfangs 10 Meterzentner Kainit pro ha, später 6—8 Meterzentner), zur andern Hälfte ungedüngt gelassen. Die Erfolge waren die nachstehenden:

	ungedüngt	gedüngt	mehr auf gedüngt	
1881	118	168	50	Met.=Ztr. Kleegras pro ha.
1882	111	211	100	" " " "
1883	77	214	137	" " " "
1884	165	337	172	" " " "
1885	157	324	167	" " " "
1/4 1886	109	455	346	" " " "
Summa	737	1709	972	" " " "
Mittel	123	285	162	" " " "
Entsprechend Heu	30,75	71,25	40,50	

Aus diesen Zahlen geht hervor, daß der ungedüngt gebliebene Teil der Moorwiese sich in seinen Erträgen während der sechs Versuchsjahre gleich geblieben ist; die Kainitgabe auf der gedüngten Hälfte bewirkte von Anfang an eine sehr erhebliche Steigerung, aber das Maximum derselben trat nicht gleich im ersten Jahre ein, sondern man sieht, daß die Erträge schrittweise alljährlich zunehmen. Es folgt hieraus, daß man wahrscheinlich mit der Kainitgabe in den ersten Jahren noch höher hätte gehen können, sodann aber vor allem, daß die Wiederholung einer Kainitgabe in angemessener Stärke alljährlich notwendig ist. Was wir unter angemessener Stärke zu verstehen haben, ist ja in dem Vorhergehenden ausführlich dargelegt — Wiesen, deren Erträge in bedeutender Weise steigerungsfähig sind, bedürfen natürlich einer weit stärkeren Kaligabe als solche, bei denen die sonstigen Verhältnisse, unter denen das Wasser natürlich die allergrößte Rolle spielt, für die Erreichung höchster Erträge ungünstig sind. Man gebrauche fleißig die Waage bei der Feststellung der Ernteerträge und denke daran, daß durch einen Zentner Kainit allerhöchstens sechs Zentner Heu mehr erzeugt werden können. Auch Schultz-Lupitz ist auf Grund seiner Erfahrungen zu demselben Resultat gekommen, über welches er in der Generalversammlung des Vereins für Moorkultur (Zeitschrift dieses Vereins, 1891, Seite 97) berichtete. Auf Moordämmen, welche wegen nicht genügender Senkung des Wasserspiegels nicht zur Feldwirtschaft zu verwenden waren, wurden Gräser angesäet, und mit dem damals allgemein

üblichen Satz von 40 kg Phosphorsäure und 6 Meterzentner Kainit pro ha gedüngt. Diese Düngung gab im Anfang gute Erträge, aber als man fortfuhr, die Düngung in der gleichen Stärke darzureichen, begannen nach drei bis vier Jahren die Erträge zurückzugehen. Schultz berechnete sich alsdann, daß er in der durchschnittlich erzielten Ernte von 40 Meterzentner Heu und 20 Meterzentner Grummet diesen Wiesen 108 kg Kali und nur 29 kg Phosphorsäure entzogen hatte und bemaß infolgedessen die Kainitgabe auf 9 Meterzentner, worin ein voller Ersatz der ausgeführten Kalimengen enthalten ist, und hatte die Genugthuung, die Erträge nunmehr wiederum steigen zu sehen. Hieraus ergiebt sich, daß man alljährlich mindestens 8 Meterzentner Kanit pro ha (4 Zentner pro Morgen) geben muß. Um sicher zu gehen, wird man aber gut thun, zu Anfang der Kalianwendung mit 10 bis 12 Meterzentner zu beginnen, und man wird sich außerdem immer davon zu überzeugen haben, ob eine über 8 Meterzentner hinausgehende, regelmäßige Gabe nicht eine dauernde Erhöhung der Erträge bringt. Jedenfalls aber muß man auf Wiesen alljährlich den vollen Ersatz der durch die Ernte entzogenen Kalimengen geben.

Sehr beachtenswerte Mitteilungen über die Notwendigkeit einer jährlichen Wiederkehr der Kalidüngung auf Wiesen macht auch P. Wagner in seiner Schrift über die Kaliphosphatdüngung. Derselbe hatte in Anbetracht der knapp zugemessenen Mittel die Düngung der Wiesen so eingerichtet, daß für eine alle drei Jahre zu wiederholende Düngung 6 Meterzentner Kainit und 4 Meterzentner Thomasphosphat gegeben werden sollten, während eine Vergleichsparcelle diese Düngung alle Jahre wiederholt erhielt. Der Erfolg war, daß sich gegenüber der ungedüngten Fläche im ersten Jahre auf beiden gedüngten Flächen eine sehr reichliche Leguminosenvegetation einstellte, welche sich auf der zwei Jahre hintereinander gedüngten zu einem fast ganz geschlossenen und ungemein üppigen Kleebestande entwickelt hatte. Die Vegetation auf den zweimal gedüngten Wiesen war aber im Vergleich zu den nur einmal gedüngten eine so sehr viel üppigere, daß der Unterschied sich nicht nur durch die zum zweiten Male wiederholte Düngung erklären ließ; die zweimal gedüngten Wiesen brachten im zweiten Jahre weit mehr Ertrag, als der ersten Düngung und deren Nachwirkung entsprach. Die Erklärung für diese Thatsache liegt nach Wagner darin, daß die auf sehr kaliarmen Wiesen gewachsenen Pflanzen infolge des Kalihungers sehr kaliarm sind und zunächst einen Teil der Kalidüngung aufnehmen, ohne damit zu produzieren und eine Ertragserhöhung hervorzurufen: sie verwenden diesen Teil des Kalis zunächst nur, um kalireicher

zu werden. Nur der über diese Verwendung des Kalis hinausgehende Teil der Düngung kann zur Produktion verwendet werden, die danach bei einer niedrigen Kalidüngung nicht proportional der gegebenen Kalimenge, sondern geringer ausfallen muß. Auf solchen Wiesen besteht aber nicht nur ein Kaliphosphathunger, sondern ebensosehr auch ein Stickstoffhunger, und dieser wird für die Gräser durch die stickstoffsammelnden Eigenschaften der Leguminosen gestillt. Bei einer zu schwachen und nicht jährlich wiederholten Kaliphosphatdüngung können sich die auf der Wiese ursprünglich nur verkümmert vorkommenden Leguminosen nicht so gut entwickeln, daß sie für die Beschaffung eines ausreichenden Stickstoffvorrates sorgen könnten, und die Folge davon ist, daß ein hoher Ertrag nicht erzielt werden kann, während die unter dem Schutz der reichlichen Kaliphosphatdüngung entwickelten Leguminosen den für den Grasertrag erforderlichen Stickstoff in vollkommen ausreichendem Maße liefern. Wir haben es somit mit einer Erscheinung der Symbiose zu thun, welche, durch die Kalidüngung befördert, sich zwischen Gräsern und Leguminosen zu gunsten der ersteren vollzieht.

Jedoch, mag die eine oder andere Erklärung richtig sein, auch diese Beobachtung beweist, daß man unter keinen Umständen mit der Kalidüngung auf den Wiesen, wo in Folge des Zusammenlebens von Kleearten und Gräsern die Verhältnisse ganz eigentümlich liegen, sparen darf.

Man bleibe bei dem Fleischerschen Rezept: im ersten Jahre eine sehr reichliche Düngung von 10 bis 12 Meterzentner Kainit pro ha und eine alljährlich zu wiederholende, mindestens den Ersatz für das mehrproduzierte Heu liefernde Kalimenge — man wird hierdurch im stande sein, die Wiesen schnell und dauernd auf das Maximum ihrer Ertragsfähigkeit zu bringen, wohin wir selbstverständlich mit unseren Düngungsmaßregeln streben müssen.

Zum Schluß dieses Abschnitts mag unter Verweisung auf die weiter unten über die beste Zeit der Anwendung der Kalisalze zu gebenden Ausführungen bemerkt werden, daß die Darreichung so großer Kalisalzmengen entschieden im Herbst oder in zwei Portionen zu erfolgen hat, um die ätzende Wirkung der Salze auf die jungen Pflanzen im Frühjahr zu vermeiden. Die frühzeitige Anwendung ist ja ohnehin durch die Erfahrung längst, auch bei kleineren Mengen, als die bessere erkannt.

2. Die Phosphorsäureanwendung neben der Kalidüngung.

Daß die Phosphatdüngung in den meisten Fällen neben der Kalidüngung für Wiesen angebracht ist, ergiebt sich aus zahlreichen Versuchen, von denen wir im Nachstehenden nur einige Beispiele anführen wollen,

aber dieselbe braucht keinenfalls in ebenso großer Stärke als die Kalidüngung zur Anwendung gebracht zu werden — dieses geht ohne weiteres aus dem Phosphorsäuregehalt der Wiesenpflanzen, welcher gegenüber dem Kaligehalt erheblich niedriger ist, hervor, denn die Wiesenpflanzen gebrauchen nur etwa ein Viertel der zu ihrem Wachstum notwendigen Kalimenge an Phosphorsäure. Nach E. Wolff s Durchschnittszahlen enthält das Wiesenheu 1,6 % Kali, aber nur 0,43 % Phosphorsäure; nach den Zahlen von Gilbert stieg der Kaligehalt des mit Kalisalzen stark gedüngten Heus von 1,14 auf 1,92 %, der Phosphorsäuregehalt desselben aber nur von 0,27 auf 0,44 %.

Es folgt daraus, daß, wenn auch in vielen Fällen die Phosphorsäuredüngung der Wiesen notwendig ist, man doch mit einer weit schwächeren Phosphorsäure- als Kalizufuhr auskommen kann.

Der Phosphorsäurebedarf einer extrem hohen, zu 100 Meterzentner angenommenen Heuernte ist nicht höher als 44 kg pro ha, derjenige einer mittleren (zu 60 Meterzentner pro ha gerechnet) aber nur 25 bis 26 kg, eine Menge, welche in ersterem Falle durch 2,2, in letzterem durch 1,25 Meterzentner 20 prozentiges Thomasphosphat pro ha zugeführt werden kann.

Wenn man daher alljährlich zwei Meterzentner Thomasphosphat pro ha (1 Zentner pro Morgen) ausstreut, so giebt man damit einen reichlichen Überschuß, denn eine gewisse Menge Phosphorsäure wird ebenso wie Kali durch die Verwitterung der phosphorsäurehaltigen Mineralien des Bodens, durch das Überschwemmungswasser und dergleichen zugeschossen. Eine höhere Phosphorsäuredüngung der Wiesen ist daher als eine Verschwendung zu betrachten und keinenfalls am Platze, da von derselben eine Wirkung nicht zu erwarten steht. Man denke immer daran, daß die Wiesen etwa viermal so viel Kali als Phosphorsäure gebrauchen. Unter Umständen kann man sogar, wie Fleischer erwähnt, die Phosphorsäuredüngung der Wiesen ganz unterlassen, wenn nämlich der Boden so phosphorsäurereich ist, daß er den verhältnismäßig geringen Phosphorsäurebedarf der Wiesenpflanzen aus eigenen Kräften decken kann. Dasselbe ist namentlich auf gewissen Moorwiesen zu erwarten, deren Boden nicht selten sehr phosphorsäurereich ist. Man erkennt dieses nach Fleischer daran, daß der Maulwurf aus dem Untergrunde solcher Wiesen eine rötliche, stark mit Raseneisenerzerde vermischte „Wühlerde“ aufwirft. In solchen Fällen ist es natürlich nicht geraten, die Phosphorsäuredüngung gleich ganz zu unterlassen, aber es liegt alle Veranlassung zur Einleitung von Versuchen vor, welche zu entscheiden haben, ob die Phosphorsäure wirkt oder nicht. Überhaupt nehme man in der Phosphor-

säurefrage bei den Wiesen die Stellung ein, daß man so lange bei der oben angegebenen, den Phosphorsäurebedarf auch hoher Ernten deckenden mäßigen Phosphorsäureaufwendung zu verbleiben hat, als nicht der Beweis geliefert ist, daß diese Aufwendung eine unnütze gewesen sei.

Das anzuwendende phosphorsäurehaltige Düngemittel ist für die Wiesen unter jetzigen Verhältnissen vorzugsweise das Thomasphosphat, welches wegen seines hohen Kalkgehaltes auch aus anderen Rücksichten vorzuziehen ist. Gut wirksam sind nach Fleischers Versuchen auch die Präzipitate und auf Moorwiesen selbst die unaufgeschlossenen Rohphosphate. Der Mejillonesguano und der Lahnphosphorit brachten dort ansehnliche Wirkungen hervor, dagegen bewährte sich die Anwendung des teueren Superphosphats weniger und dieses kommt mit Recht für die Wiesendüngung auch wohl noch kaum in Betracht.

Beispiele für die Notwendigkeit und den Nutzen der Phosphorsäureanwendung:

Versuche von Fr. Wagner im Donaumoos. Zeitschrift des landwirtschaftlichen Zentralverein für Bayern, 1888, Seite 4. Es wurde geerntet im Mittel von zwei Jahren pro ha in Meterzentnern:

ungedüngt	52,15 —	
4,5 Meterzentner Kainit	62,60 —	10,45 Ztr. mehr
4,5 „ „ Thomasphosphat	66,3 —	14,15 „ „
4,5 „ „ Kainit u. 4,5 Thom.	82,65 —	30,50 „ „

Die Vereinigung von Kainit und Thomasphosphat hatte somit mehr als den doppelten Mehrertrag gegenüber der einseitigen Anwendung beider Düngemittel ergeben. Kainit und Thomasphosphat hatte sogar den durch eine starke Stallmistdüngung erzielten Ertrag, welcher 70,5 Meterzentner erreichte, weit übertroffen.

Versuch von Edler bei Laue, Nienhaus. Hann. land. und forstw. Zeitung, 1882, Seite 501. Der Versuch wurde auf einer sandig-lehmigen Wiese ausgeführt; dieselbe wurde während des Versuches nicht bewässert. Der Dünger wurde im Spätherbst verwendet und zwar pro ha 80 kg Kali im Kainit und 68 kg Phosphorsäure im Mejillones-Guano. Bei der Rentabilitätsberechnung wurde 1 Meterzentner Heu zu 8 Mk., 1 kg Phosphorsäure im Mejillones zu 43,6 Pf. berechnet. Die Erfolge werden in folgenden Zahlen ausgedrückt:

ungedüngt	2200 kg Heu pro ha	— Düngerkosten	— Rente
„	2200 „ „ „	—	—
Kainit	2300 „ „ „	15,0 Mk.	7,0 Mk.
„	2300 „ „ „	—	—
Mejill u. Kainit	4500 „ „ „		
„ „	4200 „ „ „	43 Mk.	129,0 Mk.

Hier ist also der Ertrag durch die einseitige Kalidüngung gar nicht, durch die Kaliphosphatdüngung aber in sehr bedeutendem Maße gesteigert, d. h. verdoppelt und durch die Düngung eine ansehnliche Rente erzielt worden.

Versuche von Bertram. Hann. landw. Zeitung, 1885. Bei diesen Versuchen zeigte die einseitige Anwendung des Kainits eine weit bessere Wirkung, so daß man sich durch dieselbe zur Unterlassung der Phosphorsäureanwendung hätte verleiten lassen könnnen. Wie unrichtig dieses aber gewesen sein würde, lehrt die nachstehende kleine Zusammenstellung:

	1884	1885	
ungedüngt	33	25	kg Heu pro 5 Ar
80 kg Kali als Kainit pro ha	74	60,5	„ „ „
60 „ Phosphors. als Präzip.	35,5	27,75	„ „ „
Kainit und Phosphat	115,0	76,25	„ „ „

Wie unrichtig ein Schluß aus der vollkommen versagenden Wirkung der einseitigen Phosphorsäuredüngung gewesen sein würde, mag nur beiläufig bemerkt werden.

Versuche über die bessere Wirkung des Thomasphosphats neben Kainit gegenüber dem Superphosphat. v. Knieriem. Balt. Wochenschrift, 1880, Nr. 43.

Es wurde geerntet pro ha in Meterzentnern Heu:

	1886	1887	1888	Mittel	Mehrertrag
ungedüngt	13,55	14,36	27,97	18,62	—
2,65 Met.-Ztr. 18 % Superphosph.	29,43	27,80	33,80	30,01	11,39
8 Met.-Ztr. Thomasphosph.	32,88	36,13	36,82	35,27	16,65
5,3 Met.-Ztr. Kainit	32,08	28,08	32,08	30,74	12,12
5,3 Kainit, 2,65 Superph.	37,96	38,07	40,93	38,99	20,37
5,3 Kainit, 8 Thomasphosph.	39,74	55,94	47,30	47,66	29,04

Bei diesen Versuchen hatte sowohl der Kainit, wie auch das Phosphat erhöhend auf den Ertrag eingewirkt, der Kainit freilich erheblich mehr als das Phosphat; beide zusammengenommen hatten aber die höchste Wirkung ergeben. Wahrscheinlich würde dieselbe noch höher gewesen sein, wenn man mehr Kainit gegeben hätte, denn während man mit dem Thomasphosphat sehr verschwenderisch umgegangen war und mehr als die dreifache Menge, als notwendig gewesen wäre, dargereicht hatte, war die Kainitdüngung eine verhältnismäßig niedrige zu nennen.

Das Superphosphat wurde durch das Thomasphosphat im Mittel der drei Versuchsjahre um 8,67 Meterzentner pro ha geschlagen. Dieser Vorteil dürfte dem Thomasphophat wohl kaum wegen seines Phosphor-

säuregehalts zugefallen sein, als vielmehr wegen seines Kalkgehalts, denn in 8 Meterzentner Thomasphophat ist die immerhin ansehnliche Kalkmenge von 4 Meterzentnern enthalten.

Einen außerordentlich interessanten Versuch über die Wirkung der Phosphorsäure neben dem Kainit teilt Graf Schwerin-Putzar in der Zeitschrift des Balt. Centralvereins, 1885, S. 228, mit. Die Zahlen des Versuchs, welcher auf einer schlechten, vermoosten Wiese ausgeführt wurde, lauten:

ungedüngt	45,6	kg	Heu.
Kainit	215,0	„	„
Kainit und Phospat	604,0	„	„

Hätte man sich mit der Prüfung der einseitigen Kainitdüngung begnügt, so würde man ein ganz zufriedenstellendes Resultat erhalten haben, denn der Ertrag wurde ja durch den Kainit von 45,6 auf 215 kg erhöht, die neben dem Kainit erfolgende Phosphorsäuregabe erhöhte aber den Ertrag noch weiter auf 604 kg und es geht hieraus hervor, wie notwendig es ist, beide Düngemittel einzeln und nebeneinander zu prüfen, da eine durch die Anwendung des Kainits erfolgende Ertragserhöhung keineswegs die Grenze der erreichbaren Ertragserhöhung darstellt. Ein Versuch muß daher mindestens folgende Parzellen enthalten:

1) Ungedüngt,
2) Kainit,
3) Kainit und Phosphat.

3. Die Anwendung von stickstoffhaltigen Düngemitteln neben der Kaliphosphatdüngung auf Wiesen.

Die Anwendung von stickstoffhaltigen Düngemitteln für die Wiesendüngung ist häufig versucht worden, ohne daß man jedoch mit derselben lohnende Erfolge erzielt hätte. Ertragserhöhungen sind wohl hier und da beobachtet worden, aber dieselben sind kaum rentabel gewesen. Der Grund liegt in folgenden Verhältnissen.

Der Boden einer jeden älteren Wiese ist mehr oder weniger humos, durch die Ansammlung der Wurzelrückstände der abgestorbenen Pflanzen und damit sehr stickstoffreich. Nun sind allerdings unter den Wiesenpflanzen die Gräser stickstoffzehrende Pflanzen und zweifellos für eine Stickstoffdüngung sehr dankbar, aber außer denselben finden sich auf jeder Wiese zahlreiche Angehörige der Gruppe der Leguminosen und diese können bekanntlich ihren Stickstoffbedarf aus anderen Quellen decken und hinterlassen sogar als Stickstoffsammler in ihren Wurzelresten sehr große Stickstoffmengen, welche, im Boden der Zersetzung anheimfallend, zu einer stickstoff-

haltigen Nahrung für die stickstoffzehrenden Gräser werden. Je mehr Leguminosen nun eine Wiese unter ihren Pflanzen enthält, um so unabhängiger wird dieselbe von der Stickstoffdüngung sein und es läßt sich wohl ein Zusammenleben von Leguminosen und Gramineen in solchen Verhältnissen denken, daß durch die Leguminosen gerade so viel Stickstoff im Boden angesammelt wird, als zur Ernährung des gleichzeitig vorhandenen Bestandes der Gramineen erforderlich ist.

Andererseits wird eine Wiese, welche unter ihren Pflanzen sehr wenige Leguminosen zählt, ein hohes Stickstoffbedürfnis zeigen und geringe Erträge geben, wenn sie nicht genügend mit stickstoffhaltigen Düngemitteln versehen wird.

Der wichtigste Satz, zu welchem wir in diesem Abschnitt kommen, ist aber:

> Da die Kalidüngung die Flora der Wiesen derart verändert, daß sie das Gedeihen und die Vermehrung der Leguminosen in großartiger Weise befördert und damit die Stickstoffnahrung für die stickstoffbedürftigen Gramineen liefert, so macht sie die Wiese durch diese Wirkung unabhängig von der Zuführung stickstoffhaltiger Düngemittel und es können auch ohne eine solche, lediglich mit der Mineraldüngung, die höchsten Erträge von den Wiesen erzielt werden.

Dieser Satz ist von größter Tragweite für die Wirkung der Kalidüngung der Wiesen, denn man erspart durch die letztere die Stickstoffdüngung vollständig und führt der Wirtschaft durch das stickstoffreicher gewordene und in größeren Mengen erzeugte Heu einen ansehnlichen Stickstoffzuschuß zu, den man zunächst in Form von Futter und sodann von Stalldünger für die Felder in vorteilhaftester Weise ausnutzen kann.

Jedenfalls erfahren wir aus diesen Ausführungen, daß unter Verhältnissen, wo die Kaliphosphatdüngung gut einschlägt und wie man leicht durch den Augenschein erkennen kann, die bekannte Flora von Leguminosen erzeugt, eine Stickstoffdüngung zu den vollständig überflüssigen Maßregeln gehört. Man spare dieselbe für die stickstoffbedürftigen Pflanzen der Wirtschaft auf, denn bei einer rationell betriebenen Wiesenwirtschaft ist die Anwendung stickstoffhaltiger Düngemittel auf den Wiesen nicht nötig.

Gelegentlich hört man, daß eine Stickstoffdüngung auf Wiesen neben der Kainitphosphatdüngung zwar anfangs wirksam gewesen sei, aber allmählich nachgelassen habe und schließlich völlig wirkungslos geworden sei. Diese Beobachtung ist sehr wohl zu erklären, denn die Leguminosen entwickeln sich häufig nicht gleich im ersten Jahre der Anwendung von Kainit

und Phosphat in großer Üppigkeit und es währt einige Jahre bis sie den Höhepunkt ihrer Entwickelung erreicht haben. In diesem Falle ist natürlich die von denselben ausgehende Stickstoffsammlung im ersten Jahre nicht groß genug, um die gleichzeitig vorhandenen Gramineen von der Stickstoffdüngung unabhängig zu stellen und dieses erfolgt erst, wenn eben genügende Mengen von Leguminosen neben den Gramineen auf der Wiese entwickelt sind. Erst von diesem Zeitpunkt an wird die Unwirksamkeit der Stickstoffdüngung eintreten und bis dahin mag man fortfahren, die stickstoffhaltigen Abfälle der Wirtschaften, den sogenannten Kompost, den Wiesen zuzuführen. Ob dieses auch noch später nützlich sein wird, mag dahingestellt bleiben, denn man kann den Satz, daß eine planmäßig mit Kaliphosphatdüngung versehene Wiese schließlich einer Stickstoffdüngung nicht bedarf, als allgemein gültig ansehen. Wahrscheinlich wird der Kompost für andere stickstoffbedürftige Pflanzen eine bessere Verwendung finden, als auf den Wiesen, wo man denselben neben der Mineraldüngung noch immer anzuwenden pflegt.

In den ersten Jahren nach der Anwendung der Kainitdüngung, ehe die Wiesen sicher von einer Stickstoffzuführung unabhängig sind, mag man allerdings den Kompost noch auf die Wiesen bringen, haben sich aber erst reichliche Mengen von Leguminosen entwickelt, dann ist derselbe überflüssig und durch die reine Mineraldüngung zu ersetzen.

Beispiele für die nicht eintretende oder unrentable Wirkung stickstoffhaltiger Düngemittel auf Wiesen neben der Kaliphosphatdüngung:

Fr. Wagner, Versuche im Donaumoos, Zeitschrift des landwirtschaftlichen Vereins für Bayern, 1888, Seite 4. Es wurde geerntet pro ha in Meterzentnern Heu:

ungedüngt	52,15	Meterzentner	Heu
Chilisalpeter	52,40	"	"
Ammonsulfat	53,00	"	"
Kainit und Thomasphosphat	82,65	"	"

Aus diesen Zahlen ist zu ersehen, daß weder die einseitige Anwendung von Chilisalpeter noch von schwefelsaurem Ammoniak einen erheblichen Nutzen hervorbringen konnte; dagegen wurde der Ertrag in sehr erheblichem Maße durch die reine Kaliphosphatdüngung erhöht.

Versuche von Vibrans, Calvörde, Zeitschrift des landwirtschaftlichen Centralverein der Provinz Sachsen 1881.

Bei diesen Versuchen übte das als stickstoffhaltiges Düngemittel gegebene Ammonsulfat allerdings einige Wirkung aus, aber dieselbe war weit davon entfernt, rentabel zu sein und beschränkte sich vor allem auf

den ersten Schnitt, während bekanntlich die Kaliphosphatdüngung, wenn sie nicht in zu kleinen Mengen gegeben wird, sich nicht auf den ersten Schnitt beschränkt, sondern in allen Schnitten zur Erscheinung kommt. Die von Vibrans beobachteten Zahlen sind folgende:

	I. Schnitt	II. Schnitt	Zusammen	Gewinn oder Verlust
Ungedüngt	255	215	470	—
2 Met.-Ztr. Baker-G. Sup.	240	240	520	— 4,00 Mark
2 Baker, 1 Ammonsulfat	430	220	650	— 9,37 "
2 Baker, 6 Kainit	410	350	760	+ 1,60 "
2 Baker, 6 Kainit, 1 Ammonsulvat	500	355	855	— 5,07 "

Wenn auch die Stickstoffdüngung neben der Phosphorsäure und Kalidüngung eine gewisse Ertragserhöhung gegeben hatte, war dieselbe doch weit davon entfernt gewesen, eine Rente zu ergeben, sie hatte vielmehr einen nicht unerheblichen Verlust im Gefolge.

Versuch von Kirchhoff, Hannoversche landwirtschaftliche Zeitung, 1880.

Es wurden auf 60 Quadratruten geerntet:

Ungedüngt	330,0	kg Heu.
Kainit	466,5	" "
Kainit und Chili	444,5	" "

Hier hatte also der Chilisalpeter gar nicht gewirkt und es mag beiläufig erwähnt werden, daß auch eine Beigabe von Phosphat keine Wirkung geäußert hatte.

4. Die Bedingungen der Wirksamkeit der Kainitphosphatdüngung auf Wiesen.

Die Bedingungen der Wirksamkeit der Mineraldüngung auf den Wiesen fallen mit denjenigen einer ordnungsmäßigen und sorgfältigen Herrichtung und Haltung derselben zusammen. Man wird, wenn man diese Bedingungen erfüllt, mit Sicherheit auf eine gute und rentable Wirksamkeit der Düngung rechnen können, wenn unter den bestehenden Verhältnissen ein Kalibedürfnis auf der betreffenden Wiese besteht. Dieses wird, da, wie oben dargelegt, der Kalibedarf der Wiesenpflanzen ein sehr hoher ist, nur ausnahmsweise nicht vorhanden sein, nämlich entweder, wenn der Boden der Wiese ein sehr kalireicher Lehm- oder Thonboden ist, oder wenn die Wiese alljährlich durch Überschwemmungen mit einem sehr kalireichen Schlick überlagert wird, oder endlich, wenn man in der Lage ist, mit kalireichen Abflußwässern irgend welcher Fabriken zu rieseln. Beiläufig mag bemerkt werden, daß in dieser Beziehung das Abflußwasser

der Kartoffelstärkefabriken obenan steht, daß aber auch das Abflußwasser der Zuckerfabriken sehr kalireich ist. In beiden Fällen dürfte eine Düngung mit Kalisalzen unnötig sein.

Wo diese Verhältnisse nicht vorliegen, wird man aber mit großer Sicherheit auf die Wirksamkeit der Kalidüngung rechnen können und man kann bei dem heutigen Stande der Frage sogar sagen, daß ein Landwirt einen Kunstfehler begeht, wenn er sich durch Versuche nicht davon überzeugt, ob die Kalidüngung auf seinen Wiesen wirksam ist oder nicht. Der Verfasser hat in dieser Beziehung schon die beachtenswertesten Erfahrungen gesammelt und Erfolge eintreten sehen, wo dieselben eigentlich kaum zu erwarten waren.

Zu den Maßregeln, durch welche die Wirkung der Düngung gesichert und gestärkt wird, gehört vor allem selbstverständlich eine zweckmäßige Regulierung des Wasserstandes, welche überhaupt die Grundlage jedes rationellen Wiesenbaues bildet. Die Senkung des Wasserspiegels gerade so tief, aber auch keinen Centimeter tiefer, als nötig ist, muß die Grundlage aller übrigen Erfolge bilden.

Sodann hat man sich davon zu überzeugen, ob in dem Boden der Wiese eine ausreichende Kalkmenge vorhanden ist. Zeigt die chemische Analyse weniger als ein halbes Prozent an Kohlensäure oder an Humussäuren gebundenen Kalk, so kann man im allgemeinen auf ein Kalkbedürfnis schließen und man wird mit sich zu Rate gehen müssen, in welcher Form oder Menge man den Kalk zur Anwendung bringen soll. Hat man sehr kalkreichen und am besten gleichzeitig thonigen Mergel, so ist derselbe für die Wiesendüngung ausgezeichnet und man gebe von demselben so viel, daß pro ha mindestens 50—60 Meterzentner, womöglich aber noch mehr Kalk, nach der auszuführenden chemischen Analyse kommen. Fehlt es an Kalk und Mergel, so muß man zu anderen kalkhaltigen Materialien greifen. Als solches ist für die Wiesendüngung der Scheideschlamm der Zuckerfabriken vorzüglich. Es liefern ferner die Gerbereien Kalkabfälle, welche für diesen Zweck vorzüglich geeignet sind. Beispielsweise mag ein Versuch von Dr. Salfeld auf Moorwiesen über die Wirksamkeit des Abfallkalkes der Gerbereien angeführt werden. Derselbe erntete:

Ungedüngt	2200	kg Heu in 2 Schnitten.
Kainit	2300	„ „ „ „ „
Leimkalk	2300	„ „ „ „ „
Kainit und Leimkalk	3300	„ „ „ „ „

Während also weder Kainit noch Kalk allein eine Wirkung geäußert hatte, hatten beide zusammen den Ertrag um 1000 kg Heu erhöht. Dieses

ist ein sprechendes Beispiel, wie die Wirkung des Kainits, welche für sich allein oft versagt, durch die Zugabe von Kalk erhöht und gesichert wird.

Auch Neßler, Wochenblatt des landwirtschaftlichen Vereines in Baden, 1886, 44, führt an, daß bei zahlreichen seiner auf Moorwiesen ausgeführten Versuche der Mangel an Kalk die Ursache des Versagens der Kainit-Phosphatdüngung gewesen sei und bemerkt ausdrücklich dabei, daß die in dem Thomasphosphat enthaltenen Kalkmengen nicht ausreichend gewesen seien, um das Kalkbedürfnis des Bodens zu befriedigen. Man merke sich diese Beobachtung und baue nicht zu sehr auf den Kalkgehalt des Thomasphosphats, derselbe ist immerhin nützlich, aber, wie wir aus Neßlers Angaben erfahren, oft nicht hinreichend, um die Wirkung der Kainitphosphatdüngung zur Erscheinung zu bringen.

Dem in dem Boden der Wiese enthaltenen Kalkvorrat ist daher die sorgfältigste Beachtung zu schenken, ehe man mit der Anwendung der Mineraldüngung auf Wiesen vorgeht. Man wird sich durch die Feststellung desselben gewiß manchen Mißerfolg der angewendeten Düngung ersparen können.

Endlich mag auch noch an dieser Stelle angeführt werden, daß in der von der deutschen Landwirtschaftsgesellschaft veranstalteten, von dem Verfasser bearbeiteten Untersuchung über die zweckmäßigste Anwendung der Kalisalze von vielen Seiten darauf hingewiesen wird, daß die Bearbeitung der Wiesen im Frühjahr, die Reinigung und Bearbeitung derselben mit den schweren in der neueren Zeit in Gebrauch gekommenen Wieseneggen ein vorzügliches Mittel sei, um die Wirkung der Düngung zu sichern. Es ist dies sehr wohl begreiflich, denn alle Maßregeln, welche dazu angethan sind, das Wachstum der Wiesenpflanzen zu fördern, werden auch die Wirkung der Düngung erhöhen. Je produktionsfähiger eine Wiese ist, um so besser wird sie auch die Wirkung der Düngung ausnützen können.

5. Die beste Zeit der Anwendung der Kalisalze; die zweckmäßigste Art des Einbringens derselben.

Hierüber bieten uns teils Untersuchungen von Versuchsstationen, teils auch die schon oft erwähnte Bearbeitung des Verfassers der von der deutschen Landwirtschaftsgesellschaft veranstalteten Untersuchung über die zweckmäßigste Anwendung der Kalisalze ein erwünschtes Material.

Die große Mehrzahl der gemachten Beobachtungen spricht dafür, daß die Anwendung der Kalidüngung im Herbst oder zeitigen Winter die größte Sicherheit für die gute Wirkung der angewendeten Düngung bietet. Wir

wollen zum Beweise von dem vorhandenem Material nur folgendes auswählen.

Von den überhaupt vorliegenden Beobachtungen sprachen sich aus:

Unbedingt für die Herbstanwendung	56	Prozent
Für die Anwendung im Winter	21,6	"
Für die Anwendung im Frühjahr	13,4	"
Die Anwendung im Frühjahr wird zwar nicht für besser, aber für ebenso gut gehalten	8,6	"

Demnach sprechen sich 78 Prozent aller Beobachtungen für die frühzeitige Anwendung der Kalisalze, d. h. für das Ausstreuen im Herbst oder Winter aus.

Darüber, ob es nötig ist, die Kalisalze, wie von manchen Seiten behauptet wird, bereits im Oktober oder November ausstreuen zu lassen, liegen leider exakte Versuche nicht vor und die Zahl derjenigen Mitteilungen, in denen sehr gute Erfolge von der Winteranwendung gemeldet werden, ist eine so große, daß man fast geneigt sein könnte, anzunehmen, es sei gleich gut, die Kalisalze im Herbst oder im Winter auszustreuen. Da aber andererseits ein Vorzug des Ausstreuens im Winter gegenüber der Herbstanwendung nicht erwiesen ist und es nicht die geringsten Schwierigkeiten bietet, die Kalisalze überall, sobald das Weidevieh die Wiesen verlassen hat, auszustreuen, so kommt man zu dem Rat:

> das Ausstreuen der Kalisalze auf den Wiesen im Herbst vorzunehmen, da bei dieser Zeit der Anwendung nach zahlreichen vorliegenden Berichten ein sicherer Erfolg zu erwarten ist, und für eine andere Zeit der Anwendung der Beweis einer besseren Wirkung nicht erbracht ist.

Interessant ist es, daß selbst Beobachtungen vorliegen, welche man auf Rieselwiesen sammelte und die dahin gehen, daß eine ausgezeichnete Wirkung der Herbstanwendung des Kainits auftrat, wenn die Rieselwiesen den ganzen Winter hindurch bis zum März mit Wasser überstaut wurden. Es scheint hieraus zu folgen, daß man sich von der Herbstanwendung der Kalisalze nicht abhalten zu lassen braucht, auch wenn die Wiesen über Winter gerieselt oder auch zeitweise überschwemmt werden. In letzterem Falle unterläßt man häufig die Herbstanwendung der Kalisalze, der Besorgnis folgend, daß ein Auswaschen derselben eintreten könne. Diese Befürchtung ist indessen nach den obigen Mitteilungen grundlos und nach den Kenntnissen über die Absorption des Kalis durch den Boden auch nicht berechtigt. Man braucht in der That auf die sicher festgestellten Vorteile der Herbstanwendung in Rücksicht auf die etwa durch ein Auswaschen entstehenden Kaliverluste nicht zu verzichten.

Dagegen liegen viele Beobachtungen vor, daß die späte Anwendung der Kalisalze im Frühjahr ohne den gewünschten Erfolg gewesen ist, und es ist charakteristisch für diese Art der Anwendung, daß mehrfach darüber berichtet wird, daß die Kalisalze auf eine Ertragserhöhung des ersten Schnittes gar nicht, sondern erst auf diejenige des zweiten gewirkt hätten. Dieses ist sehr wohl erklärlich, denn in solchen Fällen haben die Kalisalze sich in dem Boden bei Beginn der Vegetation noch nicht so verbreiten können, daß der erste Schnitt den vollen Nutzen von denselben ziehen konnte. Beim zweiten Schnitt haben sie alsdann erst die Wirkung, welche sie selbstverständlich bei frühzeitigerer Abwendung geäußert haben würden, gezeigt. Da nun der erste Schnitt die Hauptmasse des Heus zu bringen pflegt, so ist es eine Grundbegingung für die volle Ausnutzung der Düngung, daß man sie so zeitig giebt, daß die Wirkung vom Beginn der Vegetation im Frühjahr an eintreten kann und dieses ist nur mit Sicherheit zu erreichen, wenn man die Kalisalze bereits im Herbst oder zeitigen Winter ausstreut.

Es spricht somit alles für eine zeitige Anwendung und nichts, auch nicht einmal die Verhältnisse gerieselter oder überschwemmter Wiesen, für eine späte Anwendung, welche durchaus zu verwerfen ist. Mag sie unter ganz besonderen Verhältnissen gelegentlich von Erfolg sein, einen Vorteil vor der Herbstanwendung bietet sie keinenfalls, und damit ist die spätere Anwendung in jeder Beziehung gerichtet.

Über die Art des Einbringens der Kalisalze ist wenig anzuführen, da die einzig mögliche Methode das Eineggen mit den Wiesen-eggen ist. Darüber herrscht kein Zweifel, daß es vorteilhaft ist, neben der Anwendung der Kalisalze die auch aus anderen Rücksichten im höchsten Grade empfehlenswerte Wiesenegge zu gebrauchen; aber von einigen Seiten wird dem sofortigen Eineggen nach dem Ausstreuen Gewicht beigelegt. Einzelne Angaben halten sogar ein Eineggen im Herbst und ein darauf-folgendes im Frühjahr für wünschenswert und nützlich; ob solches aber wirklich notwendig ist, kann durch Versuchszahlen nicht belegt werden. Schädlich ist allerdings die doppelte Anwendung der Wiesenegge im Herbst und im Frühjahr keinenfalls und deshalb mag man das Eineggen im Herbst vornehmen, wenn es die Verhältnisse zulassen, ob aber dadurch ein Vorteil bezüglich der Kaliwirkung erzielt wird, muß dahingestellt bleiben. Daß das Eineggen im Herbst die Wiederholung dieser Arbeit im Frühjahr nicht überflüssig macht, versteht sich von selbst.

6. Auf welchen Wiesenarten wirken die Kalisalze am sichersten?

Da die Mehrzahl der Wiesen in Niederungen belegen ist, in denen die Bildung von Humusstoffen begünstigt wird, so versteht es sich von

selbst, daß, ganz abgesehen von den eigentlichen Moorwiesen, die Natur derselben vorwiegend eine stark humose oder, wie sich der praktische Landwirt ausdrückt, anmoorige ist. Gerade auf diesen humusreichen Wiesen ist aber die Wirkung der Kalisalze eine ganz außerordentlich sichere und, wie in einem der folgenden Abschnitte mit Zahlen belegt wird, rentable.

Unter 43, von dem Verfasser durch die Vermittelung der deutschen Landwirtschaftsgesellschaft gesammelten Berichten sprechen sich 40 in überaus günstiger und nur 3 in ungünstiger Weise über die Wirkung der Kalisalze auf moorigen oder anmoorigen Wiesen aus. Es wird also in 93 % aller Fälle über eine günstige Wirkung berichtet und nur in 7 % über einen Mißerfolg. Aber auch diese Fälle finden ihre vollkommene Erklärung durch die begleitenden Umstände. In einem Falle handelte es sich hierbei um eine sehr nasse Torfwiese, in einem zweiten um eine sehr nasse „Moorwiese“, und hier ist offenbar ein Überfluß der Nässe die Ursache des Versagens der Kaliwirkung gewesen, nicht aber ein mangelndes Kalibedürfnis. Daß eine Düngung in Fällen, wo sich pflanzenschädliche Verbindungen, Schwefelverbindungen, freie Schwefelsäure, Humussäure bilden, nicht in Erscheinung treten kann, versteht sich ganz von selbst. Im dritten Falle wird angegeben, daß es sich um eine sehr trockne Moorwiese gehandelt habe; auf derselben sei zwar ein Erfolg der Kalidüngung hervorgetreten, aber eine Rente nicht erzielt worden. Daß es bei einem Fehlen der notwendigen Feuchtigkeit nicht möglich ist, durch die Düngung eine erhebliche Ertragserhöhung hervorzubringen, versteht sich ebenfalls von selbst, und alle Fälle erhalten somit ihre befriedigende Erklärung und wir gewinnen das Resultat, daß auf allen moorigen und anmoorigen, überhaupt humosen Wiesen, welche weder an einem Überschuß, noch einem Mangel an Feuchtigkeit leiden, auf eine absolut sichere Wirkung der Kalisalze — natürlich alle für die Möglichkeit einer solchen Wirkung notwendigen Verhältnisse vorausgesetzt — zu rechnen ist.

Nicht ganz so sicher ist allerdings die Wirkung der Kalisalze auf anderen Wiesenarten, aber doch andererseits nicht so unsicher, daß sie sich nicht wenigstens eines Versuches lohnte.

Von den über Lehmwiesen vorliegenden sechs Berichten meldet allerdings nur ein einziger günstige Erfolge der Kalidüngung, während alle übrigen Mißerfolge erfahren haben. Es ist in diesen Fällen wahrscheinlich, daß der betreffende Lehmboden, welcher als Wiese bewirtschaftet wurde, einen so reichen Schatz von Kaliverbindungen enthalten hat, daß eine Kalidüngung nichts helfen konnte. Man weiß ja, daß in dem eigentlichen Lehmboden noch viel kalibedürftigere Gewächse, wie die Zuckerrübe

und die Kartoffel, mit bestem Erfolge angebaut werden können, ohne daß es selbst bei sehr häufiger Wiederholung des Anbaues auf denselben Stellen notwendig gewesen wäre, für eine Zuführung der entzogenen Kalimengen durch die Anwendung der Kalisalze zu sorgen. Immerhin giebt es aber mehrere außer dem obengenannten Beispiel beobachtete Fälle, wo eine Kalidüngung auch auf Lehmwiesen von günstigen Erfolgen begleitet gewesen ist und eines Versuchs, der ja mit geringen Kosten verknüpft ist, dürfte die Anwendung der Kalisalze auch auf Lehmwiesen wert sein; für einen absolut sicheren Erfolg, wie auf den humosen Wiesen, kann allerdings nicht Gewähr geleistet werden.

Bei den Sandwiesen liegen die Verhältnisse für die Wirkung der Kalisalze bei weitem günstiger. Unter den vorliegenden Berichten sprechen sich auch in der That vier zu Gunsten der Anwendung der Kalisalze und nur zwei zu Ungunsten aus.

Nach den Wirkungen der Kalisalze auf dem Sandboden für andere Feldfrüchte, die als absolut sichere zu bezeichnen sind, muß man aber auch hier vermuten, daß ebenso, wie in einzelnen Fällen auf den humosen Wiesen, so auch bei den Sandwiesen außergewöhnliche Verhältnisse, welche die Wirkung der Kalisalze verhindert haben, eingetreten sein müssen. Wahrscheinlich ist es, daß die Sandwiesen, auf denen man einen Mißerfolg der Kalisalze beobachtete, gleichzeitig an Trocknis litten und dieses würde dann eine genügende Erklärung für das Ausbleiben der Wirkung geben, denn das ist sicher: die große Mehrzahl der Sandwiesen ist so kalibedürftig, daß eine Kalidüngung von rechtswegen eine günstige Wirkung äußern muß. Vielleicht hat es sich in den beobachteten Fällen auch um eine Kalkarmut, welche ja bei dem Sandboden die Regel bildet, gehandelt. Wenn man daher die Kalisalze auf Sandwiesen verwenden will, kontroliere man mit doppelter Sorgfalt den Kalkzustand des Bodens.

Hierher gehören auch die Zahlen des schon früher aufgeführten Versuches von Edler, bei welchem durch eine Kaliphosphatdüngung auf einer sandig-lehmigen Wiese eine Verdoppelung des Ertrages (von 2200 kg auf 4400) stattgefunden hatte und durch diese Düngung eine Rente von 129 Mark pro ha erzielt war.

Die Kainitphosphat-Anwendung (weder Kainit noch Phosphat allein ergab einen Erfolg) ist daher unter Umständen auf sandig-lehmigen Wiesen hochrentabel und unter allen Verhältnissen auf denselben zu versuchen, denn die Verhältnisse können möglicherweise an jeder beliebigen Stelle zu derselben Rente wie bei Edlers Versuch führen.

Auf Rieselwiesen wird in der Hälfte der vorliegenden Beobachtungen noch von günstigen Erfolgen berichtet. Dieses dürfte dadurch begründet sein, daß es bei den Rieselwiesen sehr auf die Zusammensetzung

und den Nährstoffgehalt des Rieselwassers ankommt. Ist dieses kaliarm, so ist selbstverständlich von der Anwendung der Kalisalze gerade auf solchen Wiesen ein großer Erfolg zu erwarten, weil man alsdann nicht zu befürchten braucht, daß ein Mangel an Feuchtigkeit die Erfolge der Düngung vernichten wird. Gerade solche Wiesen eignen sich am besten für die Düngung mit sehr großen Mengen Kalisalz, denn man kann hier auf die maximale Produktion, welche überhaupt durch eine Düngung zu erzielen ist, rechnen.

Auf Kalkwiesen, welche freilich wohl nur in Gebirgslagen vorzukommen pflegen, ist nach mehreren vorliegenden Beobachtungen (Samek, Tiroler landw. Blätter, 1890, S. 42) die Anwendung der Kalisalze sehr lohnend; derselbe fand:

300 kg Superphosphat und 150 kg Chilisalpeter	65 Metr.-Ztr. Heu pro ha
dazu 10 Meterzentner Kainit	81 „ „ „ „
Mehr durch die Kalidüngung	16 Metr.-Ztr. Heu pro ha

Über die Wirkung der kalihaltigen Düngemittel auf den Kalkwiesen der Alpen ist folgendes zu berichten:

1) Die Erträge waren sehr viel höher.
2) Die Entwickelung der Wiesenpflanzen wurde derart beschleunigt, daß anstatt eines Schnitts, deren volle zwei gemacht werden konnten.
3) Die Pflanzen mit großen Blättern wurden verdrängt und es traten an Stelle derselben Kleearten und edle Gräser auf, welche die Qualität des Futters wesentlich verbesserten.
4) Infolgedessen ließ sich auch das Heu der mit Kalisalze gedüngten Wiesen sehr viel leichter und ohne größere Verluste gewinnen, da die zarteren Pflanzen sehr viel schneller heutrocken wurden, während die Pflanzen mit den groben Blättern hierzu eine sehr viel längere Zeit gebrauchten.

Diese Erfahrungen sind in der That wichtig genug, um zu einer Anwendung der Kalisalze auf den kalkreichen Gebirgswiesen zu raten.

Daß die Anwendung der Kaliphosphatdüngung auf gebirgigen Granitwiesen, welche an einer erheblichen Kalkarmut leiden, nicht unter allen Umständen rentabel ist, geht aus Versuchen von Prof. H. Schultze-Braunschweig auf Harzwiesen hervor. Derselbe erntete im Durchschnitt seiner Versuche:

Ungedüngt	19,76 Mtr.-Ztr. Heu pro ha
6 Mtr.-Ztr. Kainit und 6 Thomasphosphat	24,02 „ „ „ „
Mehr durch die Kaliphosphatdüngung	4,26 Mtr.-Ztr. Heu pro ha

Da die Düngung an Ort und Stelle etwa 18 Mark kostete, hat sich dieselbe durch die Ertragserhöhung in der That nicht bezahlt gemacht. Es ist aber hierzu zu bemerken, daß man aus der Wirkung des ersten Jahres einen sicheren Schluß nicht ziehen kann, weil die betreffende, früher stark vermooste Wiese einen Stickstoffmangel besessen haben kann (die Stickstoffdüngung wirkte auch in der That auf derselben) und außerdem eine Kalkarmut derselben vorauszusetzen sein dürfte.

Auch auf anscheinend sehr kalireichen Wiesen kann eine Kalidüngung unter Umständen von Nutzen sein. So berichtet Samek in den Tiroler landw. Blättern, 1888, S. 85, über Versuche der Versuchsstation St. Michele im Etschthal, bei welchen auf lehmig-sandigen Wiesen, welche mit einem von umliegenden Hügeln herabgeschlämmten sehr kalireichen Thon durchmischt waren, mit der Kalidüngung sehr erhebliche Ertragserhöhungen erzielt wurden. Die Zahlen sind folgende:

Ungedüngt	126,5	Meterzentner Gras pro ha
Superphosphat	286,0	" " " "
Superphosphat und Kalisalz	321,0	" " " "
Mehr durch das Kalisalz	35,0	Meterzentner Gras pro ha

Der Erfolg der Kalidüngung ist also auch hier ein sehr lohnender gewesen.

Überblicken wir alle vorhergehenden Äußerungen, so kommen wir zu dem Resultat, daß, wenn auch die Wirkung der Kalisalze nur auf den humosen = sandigen Wiesen eine absolut gesicherte ist, doch die Fälle, bei denen auf anderen Arten von Wiesen und darunter besonders auf Sandwiesen günstige Erfolge erzielt wurden, so zahlreich sind, daß man unter allen Umständen die Anwendung der Kalisalze versuchsweise vorzunehmen hat und man wird gewiß in vielen Fällen durch den Erfolg belohnt werden. So viel aber steht fest, daß auf derjenigen Wiesenart, welche bei uns in Deutschland die bei weitem wichtigste und man kann wohl sagen maßgebende ist, nämlich auf den humosen, anmoorigen, moorigen und torfigen Wiesen, die Wirkung der Kalisalze eine absolut sichere zu nennen ist und daß durch die Anwendung der Kalisalze die Ertragsfähigkeit der Wiesen und damit ein sehr wichtiger wirtschaftlicher Faktor in vorher ungeahnter Weise gefördert worden ist.

7) Welche Art der Kalisalze eignet sich am besten zur Anwendung auf den Wiesen?

Die Anwendung der reinen Kalisalze ist schon längst auf den Wiesen aufgegeben worden, da man sehr bald erkennen lernte, daß die in den Staßfurter Salzen enthaltenen Nebenverbindungen einen Schaden für die Wiesenpflanzen nicht im Gefolge haben. Es kann daher nur die Frage

sein, welches der Staßfurter Kalisalze man für die Wiesen vorzuziehen hat und hierbei kommen dann nur der Kainit, der Carnallit und vielleicht in der Nähe von Staßfurt auch noch der sogenannte Bergkieserit, ein etwa 11 % Chlorkalium = 7 % Kali enthaltendes Mineral, in Frage.

Von diesen Salzen ist der Kainit bei seiner Anwendung auf Wiesen absolut bewährt und es sind mit demselben alle diejenigen günstigen Erfahrungen gemacht worden, über welche wir im Vorhergehenden berichten konnten und im Nachstehenden noch in weiterer Ausdehnung berichten werden. Derselbe hat sich so eingebürgert, daß ein Zweifel an seiner Wirksamkeit längst nicht mehr auftreten kann. Dem Wuchs der Gräser und Leguminosenarten sind die in diesem Salz enthaltenen Nebensalze und darunter auch die mäßigen Mengen von Chlorverbindungen eher günstig als nachteilig und er ist deshalb mit Recht dasjenige kalihaltige Düngemittel, welches in größter Ausdehnung verwendet wird.

An Stelle des Kainits hat man jedoch schon vielfach den chlorreicheren Carnallit, welcher am Bezugsort wesentlich billiger als der Kainit ist, verwendet und wie man nicht anders sagen kann, vielfach mit recht gutem Erfolge. Die Wiesenpflanzen vertragen offenbar eine reichliche Menge von Chlorverbindungen, welche für andere Pflanzen nachteilig werden kann, so daß die in dem Carnallit mehr enthaltenen Mengen derselben einen Schaden nicht anrichten, vorausgesetzt, daß man bei seiner Anwendung in mäßigen Grenzen bleibt. Man überschätzt übrigens meistens den Unterschied bezüglich des Gehalts der Chlorverbindungen von Kainit und Carnallit, denn ersterer enthält immerhin auch 48 % davon, während in letzterem allerdings mehr, nämlich 60 %, enthalten sind. Bei einer Anwendung von 6 Meterzentner pro ha würde man in dem Kainit etwa 2,9 Meterzentner, in dem Carnallit dagegen 3,6 Meterzentner Chlorverbindungen zuführen. Man führt also auch durch den Kainit schon ansehnliche Mengen von Chlorverbindungen dem Boden zu.

Aus diesem Grunde kann es nicht Wunder nehmen, daß man mit der Anwendung des Carnallits auf Wiesen recht günstige Erfahrungen gesammelt hat. Unter den Angaben der so oft erwähnten Untersuchung der deutschen Landwirtschaftsgesellschaft über die zweckmäßigste Anwendung der Kalisalze finden sich auch mehrere, in denen der Carnallit dem Kainit vollkommen in seiner Wirkung an die Seite gestellt wird. Wir wollen von denselben nur folgende zum Beweise anführen:

Torfwiesen	Carnallit bewährt,
Feuchte, anmoorige Wiesen	Carnallit ergab gute Erfolge,
Vermooste Wiesen	Machte sich sehr gut bezahlt,
Nicht besandete Moorwiesen	Besser als Kainit,
Moor- und anmoorige Wiesen	Kann Kainit ersetzen,

Moor- und anmoorige Wiesen	Kann Kainit mit gutem Erfolge ersetzen,
Moor- und anmoorige Wiesen	Scheint auf Wiesen sicher zu wirken,
Torfwiesen	Kann Kainit ersetzen,
Wiesen jeder Art	Carnallit kann Kainit ersetzen,
Wiesen jeder Art	Ist überall als Wiesendünger zu gebrauchen.

Diese Mitteilungen könnten noch vielfach aus den Erfahrungen der Praxis vermehrt werden und es kann danach kein Zweifel sein, daß wir in dem Carnallit innerhalb gewisser Grenzen einen Ersatz für den Kainit haben. Dieses ist von großem Interesse für die Zukunft. Die Erschöpfung der Kainitablagerungen ist zwar nicht in so naher Zeit, als man von einer Seite hat annehmen wollen, nämlich in zwei oder drei Jahrzehnten, zu erwarten, aber sicher ist, daß die Ablagerungen desselben nicht annähernd so mächtig als diejenigen des Carnallits sind, der einen schier unerschöpflichen Vorrat bildet. Sollten daher die Kainitablagerungen, was freilich bei der Aufschließung so vieler neuer Funde glücklicherweise in weiter Ferne liegt, dereinst erschöpft werden, so ist es ein tröstliches Bewußtsein, daß der Kainit für sehr viele Anwendungen und speziell auch für Wiesen, auf welchen er jetzt in so großer Ausdehnung gebraucht wird, durch den Carnallit ersetzt werden kann.

Es handelt sich also nur darum, wie große Mengen Carnallit man an Stelle des Kainits verwenden darf. Die Anwort auf diese Frage ist physiologisch-chemisch leicht gegeben; man verwende beide Salze im Verhältnis ihres Kaligehalts, welcher beim Kainit rund 12,5, beim Carnallit 10 % beträgt. Da der Carnallit am Förderungsort in Staßfurt nach seinem Kaligehalt erheblich billiger ist, kann es, wenn die Frachtverhältnisse günstig liegen, vorteilhaft sein, denselben anstatt des Kainits zu verwenden. Es kostet nämlich:

Kainit	100 Meter-Zentner	150 Mark,	also	1 kg	Kali	kostet	12	Pfennige
Carnallit	100 „	90 „	„	1 „	„	„	9	„

Wir haben in der Einleitung eine Tabelle berechnet, aus welcher zu ersehen ist, an welchen Orten Deutschlands der Kainit bei gleichen Kalimengen theuerer als der Carnallit ist, und verweisen hiermit auf dieselbe (s. S. 55). Für die Anwendung des Carnallits auf Wiesen wird dieselbe häufig in Anspruch genommen werden können, da die Verbreitung des Carnallits zur Wiesendüngung schon eine ziemlich weite ist.

Die Angaben über die Zulässigkeit des Ersatzes des Kainits für die Wiesen durch den Carnallit beziehen sich aber nach den vorliegenden Angaben nur auf die übliche Anwendung von 4—6 Meterzentner pro ha und innerhalb dieser Grenzen kann man wohl die Zulässigkeit des Ersatzes für bewiesen halten; wir haben aber nun bei der Besprechung der zweckmäßigsten

Höhe der Kalidüngung gesehen, daß man Grund hat, weit stärkere Kalidüngungen als die bisher üblichen für vorteilhaft zu halten. Fleischer empfiehlt z. B. Düngungen von 10—12 Meterzentner Kainit pro ha und es ist noch unbewiesen, ob man den Kainit in dieser Höhe durch den Carnallit ersetzen kann. Nach den von Fleischer mit dem Sylvinit gemachten Erfahrungen hat man sogar Grund, daran zu zweifeln, denn es gab zwar eine schwache Sylvinitdüngung bessere Resultate als die Kainitdüngung, aber eine stärkere Düngung blieb in ihren Erfolgen hinter der stärkeren Kainitdüngung weit zurück, offenbar wegen der großen Mengen von Chlorverbindungen, welche der Sylvinit enthält. Nun ist zwar der Sylvinit mit 79 % das an Chlorverbindungen bei weitem reichste Düngesalz, aber der Carnallit enthält deren auch 60 %, während in dem Kainit nur 48 % enthalten sind. Ganz so schädlich wie der Sylvinit wird daher der Carnallit durch seine Chlorverbindungen voraussichtlich nicht wirken, immerhin ist aber sein Gehalt an diesen hoch genug, um zur Vorsicht zu mahnen. Wir können daher ohne weiteres den Ersatz der extremen Kainitgaben von 10—12 Meterzentner durch die hierzu notwendigen 12,5—15,5 Meterzentner Carnallit nicht für zulässig erklären und müssen in dieser Beziehung nach den Fleischerschen Erfahrungen zu einer gewissen Vorsicht raten; man darf daher vorläufig, ehe nicht weitere Erfahrungen vorliegen, nur einen Teil der Kalidüngung in Form von Carnallit oder Sylvinit geben, wenn man beabsichtigt, sehr starke Düngungen zur Anwendung zu bringen. Innerhalb der üblichen Menge von 6 Meterzentner pro ha wird man allerdings den Ersatz des Kainits durch die entsprechende Carnallitmenge ohne Bedenken vornehmen können.

8. Die durch die Kalidüngung erreichbaren Mehrerträge.

In einem früheren Abschnitte ist auseinander gesetzt worden, daß man, wenn die ganze Menge des in der Düngung verwendeten Kalis in die Pflanzen zur Erzeugung einer höheren Produktion übergeht, einen maximalen Mehrertrag von sechsundzweidrittel Zentner Heu von einem Zentner Kainit erwarten darf. Es ist selbstverständlich, daß ein Mehrertrag in dieser Höhe in der Praxis höchst selten erreicht werden wird, denn es gehören dazu alle denkbar günstigen Bedingungen. Alle anderen Nährstoffe müssen in genügenden Mengen vorhanden sein, es darf keinerlei Schädigung des Wachstums weder durch einen Mangel, noch einen Überfluß von Wasser stattfinden, die Wärmesumme während der Vegetation muß eine angemessene sein — kurz, alles muß sich vereinigen, um die Erträge zu sichern. Aus diesen Gründen ist es unzulässig, eine Rentabilitätsberechnung etwa auf der Annahme aufzubauen, daß man vom Zentner Kainit sechs Zentner Heu ernten werde. Eine solche Rentabilitäts-

berechnung im voraus zu machen, ist überhaupt eine mißliche Sache und, wenn im Nachstehenden Zahlen, wie sie in der Praxis erreicht worden sind, mitgeteilt werden, so sollen dieselben keineswegs solchen Rechnungen zu Grunde gelegt werden. Der Verfasser hielt es aber für zweckmäßig, eine Reihe von Zahlen über die durch die Kaliphosphatdüngung erzielten Erfolge mitzuteilen, weil dieselben, dagewesene thatsächliche Verhältnisse repräsentierend, dem praktischen Landwirte ein Bild geben können, was überhaupt durch die Kalidüngung erreichbar ist, und ihm Mut zu der Anwendung der Kalisalze machen sollen. Was von den Fachgenossen unter ähnlichen Verhältnissen erreicht wurde, das soll auch jeder andere anstreben und zu diesem Zwecke werden im Nachstehenden einige Beispiele ausgezeichneter Wirkungen der Kalidüngung mitgeteilt. Die Zahl dieser Beispiele ist übrigens so groß, daß es nicht schwer wird, eine lange Reihe derselben aufzuführen; wir entnehmen diese Beispiele teils der bekannten Untersuchung der deutschen Landwirtschaftsgesellschaft, teils, um nicht einer einseitigen Benutzung dieser Zahlen geziehen werden zu können, der sonst vorliegenden Litteratur.

Beispiele über die erreichbare Höhe der Wirkung kalihaltiger Düngmittel auf Wiesen.

Beispiele aus der Untersuchung der deutschen Landwirtschaftsgesellschaft.

Die Ertragserhöhung betrug:

Ein Viertel des bisherigen Ertrages nach 4 Angaben.
Ein Drittel „ „ „ „ 3 „
Die Hälfte „ „ „ „ 2 „
Das Doppelte des „ „ „ 2 „
Verdreifacht und darüber des bisherigen Ertrages nach 4 Angaben.

In präzisen Zahlen werden die durch die Düngung gewonnenen Vorteile zum Ausdruck gebracht:

1) 100 kg Heu wurden um 1,60 Mark billiger erzeugt.
2) 150 Mark Gewinn pro ha
3) Statt 3400 kg Heu nunmehr 9000—11000 kg erzeugt; Gewinn 240 Mark pro ha.
4) Statt 800—1000 kg Heu 6000—8000 erzeugt.
5) 6000—10000 kg Heu pro ha erzeugt auf einer Wiese, die früher das Mähen nicht lohnte.
6) Statt früher 600 kg nunmehr 5000 kg Heu pro ha.

Beispiele aus der Litteratur.

Determann, landwirtschaftliches Wochenblatt für Schleswig-Holstein, 1888, Seite 330.

Auf einer anmoorigen Wiese wurde die eine, 3 ha große Hälfte mit 21 Meterzentner Kainit und 14 Meterzentner Thomasphosphat gedüngt. Trotz größter Dürre gab dieser Teil 13 Fuder sehr gutes Heu, während die ungedüngt gebliebene Hälfte überhaupt nicht gemäht werden konnte. Die Düngung hatte daher trotz der ungünstigen Verhältnisse ein sehr gutes Ergebnis gehabt. Im Herbst gab die gedüngte Hälfte eine sehr gute Nachweide, was bei der ungedüngt gebliebenen nicht der Fall gewesen war.

Dr. Salfeld, Bericht der Moorversuchsstation. Zeitschrift des Vereins für Moorkultur 1891, Seite, 307. Auf einem totgebrannten Hochmoor wurde nach Aussaat von 40 Meterzenter Impferde pro ha unter Hafer mit Kleegras angesäet und im Herbst 1889 nur mit Kainit und Thomasphosphat im Werte von 58,50 Mark gedüngt; dieselbe ergab 1890 in 2 Schnitten einen Ertrag von

84,2 Meternzentner Heu,

während ohne die Düngung (durch die Impferde wurde die Entwickelung der Leguminosen beschleunigt) so gut wie gar nichts geerntet worden wäre.

Graf Schwerin-Putzar: Zeitschrift des baltischen Zentral-Vereins, 1885, Seite 228.

Es wurde geerntet von einer besseren Torfwiese:

Ungedüngt	24,4	Meterzentner pro ha.
Kainit	37,2	" " " "
Superphosphat	32,0	" " " "
Kainit und Superphosphat	52,7	" " " "

Fr. Wagner, Versuche im Donaumoos. Zeitschrift des landwirtschaftlichen Zentral-Vereins für Bayern, 1888, Seite 4:

	1885			1886			Mittel
	Heu	Grummet	Summa	Heu	Grummet	Summa	
Ungedüngt	46,86	13,06	59,92	33,72	10,67	44,39	52,16
Stalldünger	55,60	20,81	76,41	43,17	21,44	64,61	70,51
4,5 Meterzentner Kainit und 4,5 Meterzentner Thomasphosphat	65,95	22,41	88,36	55,76	21,18	76,94	82,65

Die Kainitphosphatdüngung hatte somit im Mittel eine Ertragserhöhung von 30,49 Meterzentner pro ha und zwar in beiden aufeinanderfolgenden Jahren ergeben. Was aber als das Interessanteste an diesem Versuche erscheint, ist, daß die Stallmistdüngung sehr erheblich hinter der reinen Mineraldüngung zurückgeblieben war. (Um 9 Zentner im ersten und 12 Meterzentner im zweiten Jahre.)

v. Knieriem, Balt, Wochenschrift. 1890, Nr. 42 und 43:

	1886	1887	1888	Mittel
ungedüngt	13,55	14,36	27,97	18,62
Kainit, Phosphat	39,74	55,94	47,30	47,66
Mehr durch Düngung	26,19	41,58	19,33	29,04

Mit reinem Chlorkalium erntete derselbe im Mittel der Jahre 1882/83 26,88 Meterzentner pro ha mehr. Die reinen Kalisalze hatten daher ungefähr dieselbe Ertragserhöhung als der Kainit ergeben, was ja auch nicht anders zu erwarten war, da von beiden gleiche Kalimengen angewendet wurden.

Neßler, Wochenblatt der badischen landwirtschaftlichen Vereine, 1886, S. 44, 51.

Nachdem infolge Kalkmangels der Wiesen zuerst manche Mißerfolge beobachtet wurden, erhielt man mit der Anwendung von Kalk, wo dieselbe nötig war, durch die Kainit-Phosphatdüngung (5,5 Meterzentner Kainit und 5,5 Meterzentner Thomasphosphat):

	gedüngt	ungedüngt	mehr durch gedüngt
Vers. 4	61,66	31,41	30,25 Meterzentner pro ha
„ 7	102,03	70,25	31,78 „ „ „ „
„ 26	100,08	61,16	38,92 „ „ „ „

Diese Beispiele sind deshalb ausgewählt, weil aus denselben hervorgeht, daß eine bedeutende Ertragserhöhung nicht allein auf solchen Wiesen eintritt, welche von Natur einen sehr niedrigen Ertrag geben, sondern gelegentlich und gewiß nicht selten auch auf solchen, die an und für sich auch ohne eine Düngung schon recht hohe und befriedigende Erträge hervorbringen. Gerade diese sind es sogar, die bei den Neßlerschen Versuchen die bedeutendsten Mehrerträge ergeben haben.

Bei der Fortsetzung der Versuche ermittelte Neßler auf Moorwiesen im Durchschnitte von zehn angestellten Versuchen einen Mehrertrag von 17,65 Meterzentner Heu pro ha, im günstigsten Falle aber von 25,0 Meterzentner.

Die Beschaffenheit des erzeugten Heus war außerdem bei der Düngung eine erheblich bessere gewesen.

Die landwirtschaftliche Lehranstalt zu Worms erhielt nach Biedermann, agrikultur-chemisches Zentral-Blatt, durch die Kalidüngung einen um 47 % höheren Ertrag.

Untersuchung des landwirtschaftlichen Zentralvereins für Posen. Zeitschrift des landwirtschaftlichen Zentral-Vereins für Posen, 1885, Seite 233.

Hinsch=Lachmirowitz erhielt durch die Düngung auf Torfwiesen fast den doppelten Heuertrag in 2 Schnitten bei Anwendung von 8 Meterzentner Kainit.

Wentscher=Simonken. Derselbe gewann durch die Anwendung von Kainit auf moorigen Wiesen einen um 20 Meterzentner pro ha höheren Heuertrag.

v. Langermann=Lubin erhielt selbst auf kompostierten guten Wiesen einen Mehrertrag von 10 Meterzentner Heu durch die Kainitdüngung; auf vermoosten Moorwiesen verschwand das Moos durch die Kalidüngung mit Sicherheit.

Um nicht weitschweifig zu werden, wollen wir hiermit die Reihe der Beispiele für die günstigen Wirkungen der Kalisalze abschließen, obgleich wir sie beliebig weiter vermehren könnten. Aus den gewählten Beispielen, die absichtlich so zusammengestellt wurden, daß alle Gegenden Deutschlands, der Norden, Süden, Osten und Westen berücksichtigt wurden, geht hervor, daß sich die günstige Wirkung der Kalisalze nicht auf eine bestimmte Gegend oder Lage beschränkt, sondern überall zu erreichen ist und zwar in gleicher und sehr bedeutender Höhe, wo auch nur ein Kalimangel herrscht. Gerade in dieser Beziehung sind die gewählten Beispiele sehr lehrreich und für alle Gegenden Deutschlands beherzigenswert.

Es folgt daraus, daß die Landwirte, mögen sie in Deutschland angesessen sein, wo sie wollen, die Verpflichtung haben, die Anwendung der Kalisalze auf ihren Wiesen zu studieren, denn es liegt die größte Wahrscheinlichkeit vor, daß die große Mehrzahl derselben von der Anwendung der Kalisalze auf Wiesen denselben Nutzen haben wird, als die Fachgenossen, welche ihre Erfahrung im Vorstehenden der Öffentlichkeit unterbreitet haben.

9. Die Einwirkung der Kalidüngung auf die Beschaffenheit und Art der Wiesenpflanzen; das Auftreten von Leguminosen.

Es ist eine gleich bei der ersten Anwendung des Kainits auf Wiesen gemachte Erfahrung, daß sich nicht allein die Erträge gehoben haben, sondern, daß sich auch eine ganz andere Flora auf den Wiesen ansiedelte, und zwar zum höchsten Nutzen der Zusammensetzung und des Nährwertes des erzeugenden Heus.

Diese Beobachtungen sind so wichtig, außerdem aber so exakt und zahlreich mitgeteilt, daß wir nicht umhin können, diesem interessanten Punkte eine eingehende Aufmerksamkeit zu widmen. Die Erfahrung steht zweifellos fest, daß, wo nur die Kalidüngung wirkt, durch dieselbe auch ein nährstoffreicheres und besseres Futter erzeugt wird.

Wie regelmäßig eine solche Qualitätsverbesserung des gewonnenen Heus erfolgt, ist aus der so oft erwähnten Umfrage der deutschen Landwirtschaftsgesellschaft, welche sich natürlich auch auf die Beschaffenheit des mit Kalisalzen geernteten Futters erstreckte, zu ersehen. Von 58 Fragebogen, welche mit Antworten über die Qualität der Gräser und sonstigen Wiesenpflanzen einliefen, sprechen sich nur vier dahin aus, daß ein günstiger Erfolg nicht eingetreten sei. Bei diesen nicht zu gunsten der Kalidüngung sprechenden Beobachtungen ist aber zu bemerken, daß darunter zwei sind, welche bei der Anwendung der Kalisalze auf Lehmwiesen überhaupt einen Erfolg auch in quantitativer Beziehung nicht zu berichten wußten, wo denn auch eine Qualitätsveränderung ausgeschlossen sein durfte, bei einem dritten Falle war auf einer nassen, sehr saueren Torfwiese ebenfalls eine Ertragserhöhung nicht eingetreten, und es bleibt nur ein Fall, bei welchem eine Ertragserhöhung eingetreten war, ohne daß dieselbe von einer Qualitätsveränderung begleitet wurde, unerklärt übrig. Wir haben diese Zahlenverhältnisse so ausführlich dargelegt, um an der Hand derselben zu beweisen, daß die Einwirkung der Kalidüngung auf die Qualität der Wiesenpflanzen die Regel, das Gegenteil aber eine sehr seltene Ausnahme bildet. Vielleicht lassen sich die Ausnahmen auch daraus erklären, daß die Einwirkung auf die Veränderung der Flora der Wiesen, namentlich bei einer mäßigen und späten Anwendung der Kalisalze nicht gleich, sondern erst im Verlauf von einiger Zeit geschieht.

Doch wenden wir uns zur Besprechung derjenigen Fälle, bei denen eine bemerkenswerte Einwirkung der Düngung auf die Qualität der Wiesenpflanzen stattgefunden hat.

In der von der deutschen Landwirtschaftsgesellschaft veranstalteten Umfrage gewinnen wir ein nicht zu verachtendes Material über die Arten von Pflanzen, welche sich unter dem Einflusse der Kainit-, oder sagen wir lieber Kaliphosphatdüngung entwickeln.

In den meisten Berichten wird als charakteristisch angeführt, daß sich nach geschehener Kalidüngung die geringwertigen unter den Wiesenpflanzen der Zahl nach verringern; es verschwinden besonders:

> der Schachtelhalm, die Binsen, das Moos, die saueren Gräser.

An ihre Stelle treten edle, süße Gräser, darunter besonders:

> das Thimothee-, Honig-, Italienische Raygras, der Wiesenfuchsschwanz, die Schwingelarten, das Knaulgras und das Wiesengras. Man machte auch die Beobachtung, daß sich unter der Einwirkung der Kalidüngung die sogenannten Untergräser, deren kräftige Entwickelung von

einem großen Einfluß auf die Höhe des Ertrags ist, besonders gut entwickelten.

Als ganz besonders charakteristisch für die Kalidüngung wird aber überall hervorgehoben, daß sich allerlei Arten von Leguminosen, welche man kaum vorher bemerken konnte, entwickeln. Wer übrigens hieran zweifeln wollte, brauchte seiner Zeit nur die klassische Ausstellung der Bremer Moorversuchsstation auf der Ausstellung der Deutschen Landwirtschaftsgesellschaft zu Bremen anzusehen, um überzeugt zu werden, daß die Kainit-Phosphatdüngung anstatt einer elenden und kümmerlichen Vegetation nichtsnutziger Pflanzen einen üppigen und wertvollen Kleebestand erzeugen könne.

Von diesen Leguminosen werden als am häufigsten vorkommende und in größten Massen auftretende genannt:

> Rotklee, Weißklee, Gelbklee, Schwedischer Klee, Wundklee, Steinklee, Sumpfschotenklee, Hornklee, Trifolium repens und von sonstigen Leguminosen vorzüglich Wickenarten und Lathyrus pratensis.

Wie schon öfters erwähnt, bricht sich diese neue Vegetation nicht gleich im ersten Jahre nach der Anwendung der Kaliphosphatdüngung Bahn, obgleich auch dieses häufig der Fall ist, sondern oft erst allmählich und man kann deshalb nicht von einem Mißerfolge der Kalidüngung reden, wenn man nicht gleich im ersten Jahre nach der Anwendung schlagende Erfolge sieht. Die Leguminosen sind die gewiesenen Stickstofflieferanten einer guten Wiese und ehe sich diese nicht entwickelt haben, ist auf eine volle Wirkung der Mineraldüngung nicht zu rechnen.

Wichtig ist andererseits die bei der oben erwähnten Untersuchung vielfach behauptete Thatsache, daß die Einwirkung der Kalisalze auf den Charakter der Vegetation bereits im zweiten Jahre zu erlöschen beginnt; man muß daher die Anwendung der Kalisalze nicht nur ein einziges Mal vornehmen, sondern dieselbe alljährlich als eine regelmäßige und unentbehrliche Maßregel ausüben. An einer anderen Stelle ist übrigens auch hervorgehoben, daß die Wirkung einer auch recht starken Kalidüngung nicht lange dauern kann, weil der Kalibedarf der Wiesenpflanzen ein sehr großer ist und es ist infolgedessen sehr glaublich, daß sich nach Verlauf von kurzer Zeit, wenn mit der Aufzehrung der Kalidüngung die Bedingung für das Wachstum der edlen Wiesenpflanzen und besonders der Leguminosen geschwunden ist, sich wieder die den alten Verhältnissen angepaßte geringwertige Flora einstellt.

Sehr charakteristisch und treffend schildert J. Huntemann das Vor-

kommen der hauptsächlichsten Pflanzen der schlechten Wiesen und die Veränderungen, welchen die Pflanzen unter dem Einflusse der Kalidüngung ausgesetzt sind (Landw. Zentralblatt für Oldenburg, 1890, 713).

Die Pflanzen vor der Düngung mit Thomasphosphat-Kainit waren fast durchgehends sehr geringwertige und die besseren Futterkräuter waren nur in wenigen und schwachen Exemplaren vertreten. Es fanden sich:

Blaue Segge	Carex vulgaris	beides schlechte Gräser,
Nardengras	Nardus stricta	
Honiggras	Holcus lanatus	wenige Exemplare auf den niedrigeren Stellen,
Roter Schwingel	Festuca rubra	auf den höheren Stellen,
Gemeines Straußgras	Agrostis vulgaris,	
Rasenschmiele	Aira cäspitosa,	
Triodie	Triodia decumbens	deutet darauf, daß es dem Boden an Kali und Stickstoff fehlt,

In der Niederung fand sich:

Bänthalm	Molinia cörulea	auf Moor hindeutend,
Hasenbrot	Luzula pilosa	überall verstreut.

Gehaltreiche Kräuter fanden sich nur in einzelnen Exemplaren:

Sumpfschotenklee	Lotus uliginosus,	
Dauernder Wiesenklee	Trifolium perenne,	
Teufelabbiß	Scabiosa succisa,	
Doldiges Habichtskraut	Hieracium umbellatum,	
Gold- und Rankenklee	Trifolium minor,	
Vogelwicke	Vicia cracca	nur in Spuren,
Sumpfgarbe	Achillea Ptarmica	einzelne Büsche,
Sumpftabakkraut	Galium palustre,	
Kriechende Weide	Salix repens,	
Sumpfdiestel	Cirsium palustre	nur einzelne Stengel.

Außerdem kamen vor als eine sehr schlechte Zugabe:

Heidearten	Erica tetralix,
Heidearten	Calluna vulgaris,
Klappertopf	Alectorolophus minor,
Sumpfmoos	Sphagnum,
Widerthon, Äbarsbrot.	

Nunmehr erhielt die Wiese eine Düngung mit 6 Meterzentner Kainit und ebensoviel Thomasphosphat pro ha. Die Folge war eine totale Veränderung der Flora. Alle obengenannten schlechten Pflanzen

verschwanden, ohne daß für ihre Ausrottung irgend etwas geschehen wäre; die Gräser traten zurück und machten üppigen Vegetationen von Leguminosen Platz, so daß die Wiese wie ein Kleefeld aussah. Die Gräser blieben in der Überzahl nur da, wo die künstlichen Düngemittel weniger hingekommen waren, namentlich blieb dort der rote Schwingel, eine immerhin gute Futterpflanze, vorherrschend. Den Hauptbestand bildeten von den Leguminosen die Kleearten, darunter vorwiegend der Goldklee, Trifolium minor; dazwischen fanden sich mächtige Stämme von dauerndem Wiesenklee, von Üppigkeit strotzend, im Verein mit der rankenden Vogelwicke. Auch der Schotenklee, Lotus uliginosus findet sich in großen Mengen.

Über denselben Gegenstand gab Herr Schultz-Lupitz auf der Generalversammlung des Vereins zur Förderung der Moorkultur 1891 eine ansprechende Schilderung, die wir des großen Interesses wegen, welche die Äußerung des bekannten Sachverständigen, der auch der botanischen Seite eine eingehende Beachtung schenkt, bietet, nach den Mitteilungen des genannten Vereins für 1891, S. 102, unverkürzt wiedergeben.

„Folgende Gräser haben sich ohne Ansaat in größerer Menge eingefunden: Wiesenrispengras (poa pratensis), Fioringras (agrostis stolonifera), namentlich auf frischen und feuchten Stellen, und das Honiggras (holcus lanatus). Das Rispengras war, wie leicht begreiflich, mir sehr willkommen, und nicht minder das vortreffliche, nahrhafte und gedrängt stehende und gewaltige Schwaden liefernde Fioringras (im Drömling Quergras oder Quermeddel genannt). Es tritt gern nach vorhergegangenen Überschwemmungen auf. Weniger angenehm ist indes das immer mehr zur Herrschaft gelangende Honiggras (im Drömling Quappmeddel genannt). Zwar giebt es Masse, wiegt aber nicht schwer und ist bekanntlich nicht sehr nahrhaft, sondern ein Gras zweiter Güte. Indes hat es das Gute, auf den Dämmen den Sauerampfer (Rumex actosa und Rumex crispus), auf den reinen Moorwiesen das wertlose Pfaffengras zu verdrängen. Ob man ihm schließlich, wenn es zur Alleinherrschaft zu kommen droht, mit dem Pfluge wird zu Leibe gehen müssen, bleibt abzuwarten. Der Rotklee zeigt im Drömling die Eigentümlichkeit, einmal vorzüglich zu wachsen und mächtige Erträge zu geben, bei Nachsaaten später aber gern zu versagen. Ganz dasselbe ist der Fall beim perennierenden Rotklee oder englischen Cowgras, welcher bei mir nur zwei Jahre lang aushielt und darauf verschwand. Besser aushaltend erwies sich der schwedische Klee, welcher große Erträge als Reinsaat ergab und vorzüglich die Lücken der Gräser ausfüllt. Auf 10 und 12 Jahre alten Grasdämmen zeigt sich noch alljährlich eine prächtige Zwischenvegetation dieses Klees. Die Vogelwicke (Vicia Cracca) gedeiht und dauert aus, giebt aber im Vorheu wie im

Grummet eine nur schwache Vermehrung der Masse. Lathyrus pratensis wuchs auch ganz munter und beginnt zu wandern, hier und da sogenannte Hexenringe bildend; doch scheint sie den tiefen Moorsand nicht zu lieben und versagt dort bald. Pflanzen aus der Kleesippe, welche im Drömling bodenwüchsig zu werden versprechen, scheinen mir auf den höheren Stellen der Hornklee (lotus corniculatus) und auf den tieferen Stellen der Sumpfschotenklee (lotus uliginosus) zu sein. Leider habe ich Samen nicht erlangen können. Auch habe ich infolge der fortgesetzten Düngung einige Pflanzen von Lathyrus palustris, der Sumpfplatterbse, welche ich früher nie bemerkt, auftauchen sehen. Diese unterscheidet sich von der Wiesenplatterbse (Lathyrus pratensis), welche bekanntlich gelb blüht, durch ihre kleeroten Blüten und ihre meist drei Paar Fiederblättchen, während die Blätter der ersteren regelmäßig nur ein Paar haben. Dieses nahrhafte Leguminosen-Gewächs zu vermehren, dürfte jedenfalls wohlgethan sein. Leider sind die Samen schwer zu sammeln, weil die Schoten aufspringen und den Samen fortschleudern. Seit *Schindlers* treffliche Arbeit über die Heusorten des Wiener Marktes nachgewiesen hat, wie der Nährwert eines Heues steigt und fällt mit der Beimengung guter Gräser und namentlich von Leguminosen, dürfte auf diesen Punkt die Aufmerksamkeit eines Wiesenwirts recht sehr gelenkt werden müssen.

An unangenehmen Unkräutern, welche teils schaden, teils weniger nachteilig sind, sind der Gänserich (potentilla anserina), der Nelkenwurz (geum rivale), die Wiesennelke (Saponaria officinalis) und die Schafgarbe (Achillea millefolium) zu nennen."

Wie entsteht nun die neue Vegetation, welche sich infolge der Düngung mit Kainit-Thomasphosphat gleich im ersten Jahre ansiedelt und welche durch ihren überwiegenden Gehalt an stickstoffsammelnden Leguminosen den Stickstoffvorrat der Wiese stetig vermehrt und dieselbe hierdurch immer mehr ertragfähig macht?

Die Untersuchung von *J. Huntemann* giebt uns mit ihrer deutlichen Schilderung hierüber den allerbesten Aufschluß: *es wird nämlich nicht eine einzige Leguminose unter den auf der gedüngten Wiese gewachsenen genannt, welche nicht schon vorher dagewesen wäre.* Die Leguminosen waren vorhanden, aber die Bedingungen für ihre Entwickelung waren so ungünstig, daß sie nur in wenigen und verkümmerten Exemplaren aufkommen konnten. Sobald durch die Darreichung von Kali und Phosphorsäure diese Bedingungen vorlagen, konnten sich nunmehr die wertvollen Leguminosen entfalten und nun ihrerseits die anderen Pflanzen unterdrücken. Bei einer genauen botanischen Analyse wird man gewiß auch noch diesen zweiten Teil vorfinden. Läßt man eine gewisse Zeit lang mit der Kainit-Phosphatdüngung

nach, so unterliegt es wohl keinem Zweifel, daß allmählich die alte, geringwertigere Vegetation wieder aufkommen wird, wie dieses auch schon mehrfach beobachtet wurde. Eine stetige Wiederholung der Düngung, um die günstigen Verhältnisse für das Wachstum der Leguminosen dauernd festzuhalten, ist daher absolut unentbehrlich.

Nun könnte man mit Recht fragen, durch welchen Faktor der Düngung, das Kali oder die Phosphorsäure, wird denn jene Veränderung der Vegetation hervorgebracht, so daß sich nach der Düngung vorwiegend die Leguminosen entwickeln? Wir erhalten hierüber einen sicheren Aufschluß durch die Untersuchungen von Lawes und Gilbert über die Düngung von Wiesen, welche von botanischen, mit größter Sorgfalt durchgeführten Bestimmungen begleitet sind. Bei diesen Versuchen wurde nicht allein die Höhe der durch verschiedene Düngungen erzielten Erträge, sondern auch die Zahl und die Art der Pflanzen, aus denen sich dieselben zusammensetzten, ermittelt. Hierbei erhielten Lawes und Gilbert folgende Resultate. (Vergleiche den Bericht von P. Behrend über die Rothamstedter Versuche; Verlag von Paul Parey, 1881):

1) Jede wirksame Düngung, mag sie vermittelst des Stalldüngers oder der künstlichen Düngemittel erfolgen, vermindert die Zahl der ursprünglich auf einer Wiese vorhandenen Pflanzenarten.

Diese Erscheinung dürfte dadurch zu erklären sein, daß ursprünglich auf einer Wiese, die keinerlei Düngung erhielt, die einzelnen Pflanzen jahraus, jahrein nebeneinander wachsen, wie sie sich ihren Besitzstand bei Bildung der Wiese erobert haben. Wird nun eine Düngung angewendet, so ist es klar, daß, wenn einzelne Pflanzenarten von der Düngung mehr Nutzen ziehen als andere, diese die letzteren unterdrücken werden und es muß somit die Zahl der Pflanzenarten durch die Düngung eine geringere werden. Besonders tritt dieses bei den Versuchen von Lawes und Gilbert mit einer Stickstoffdüngung hervor, bei welcher, wenn gleichzeitig eine volle Mineraldüngung gegeben wurde, die Zahl der Pflanzenspezies von 43 auf der ungedüngten Abteilung auf 24 auf der mit Ammoniaksalzen und Mineraldünger gedüngten Parzelle sank.

2) Eine Stickstoffdüngung vermehrt das Wachstum der Gramineen, eine Kalidüngung dagegen dasjenige der Leguminosen.

Hierüber wollen wir aus den Versuchen von Lawes und Gilbert folgende Zahlen für die Versuche von 1862 anführen:

Von 100 geernteten Pflanzen gehörten bei verschiedener Düngung folgenden Arten an:

	Ohne Düngung	Superphosphat	Superphosphat und volle Mineraldüngung	Stickstoff allein	Stickstoff und Mineraldüngung
Gramineen	74,09	78,72	66,40	89,75	90,41
Leguminosen	6,89	2,60	24,09	0,86	0,00
Sonstige	19,02	18,68	9,51	9,39	9,59

Diese Zahlen sind außerordentlich interessant, denn es ist aus ihnen zu ersehen, daß in der That die Stickstoffdüngung das Wachstum der Gramineen in außerordentlicher Weise befördert. Auf der ungedüngten Parzelle betrug nämlich die prozentische Zahl der Gramineen 74,09, auf der mit Stickstoff allein (Chilisalpeter) gedüngten stieg dieselbe aber auf 89,75 % und auf der mit Stickstoff und Mineralstoffen gleichzeitig gedüngten sogar auf 90,41 %.

Dagegen war die Wirkung der Kalidüngung eine ganz andere. Allerdings können wir, streng genommen, bei diesen Versuchen nicht von einer reinen Kalidüngung sprechen, da Lawes und Gilbert den Wiesen ein Gemenge von verschiedenen Kali- und Natronsalzen unter Zusatz von Magnesiumsalzen gaben, aber es ist sehr wenig wahrscheinlich, daß die Nebensalze überhaupt irgend einen Einfluß ausgeübt haben, und außerdem wird durch ihre Anwesenheit die Ähnlichkeit mit den Staßfurter Salzen, die ja auch ansehnliche Mengen Natron- und Magnesiaverbindungen enthalten, noch vermehrt.

Während nun durch die Phosphorsäuredüngung der Prozentgehalt der Wiesenpflanzen an Leguminosen von 6,89 auf 2,60 % sank, wurde derselbe durch die Beigabe von Kaliverbindungen zur Phosphorsäure auf 24,09 % erhöht. Die bei der Anwendung der Staßfurter Kalisalze allgemein gemachte Erfahrung wird daher durch den Ausfall der Untersuchung von Lawes und Gilbert in vollem Maße bestätigt.

Es soll an dieser Stelle ausdrücklich hervorgehoben werden, daß die weitsichtigen englischen Forscher diese Beobachtung bei Versuchen gemacht haben, welche bereits im Jahre 1856 begonnen und für welche die ausschlaggebenden botanischen Untersuchungen bereits im Jahre 1858, also lange vor der Erschließung der Staßfurter Lager, ausgeführt wurden. Den englischen Forschern gebührt daher zweifellos die Priorität in dieser Frage und es mag hinzugefügt werden, daß dieselben die Tragweite ihrer Beobachtungen auch vollständig erkannt haben.

Außerordentlich merkwürdig ist nun, daß eine Beidüngung mit Stickstoff, welche Lawes und Gilbert in Form von schwefelsauren Ammon

gaben, die durch die reine Mineraldüngung so sehr angewachsenen Leguminosen wieder vollständig zurückdrängt. Aus der obigen kleinen Zusammenstellung ist zu ersehen, daß bei Mineral- und gleichzeitiger Stickstoffdüngung nunmehr überhaupt keine Leguminosen mehr vorhanden waren. Die Stickstoffdüngung begünstigt daher die Entwickelung der Gramineen, während die Kalidüngung diejenige der Leguminosen, welche durch die Stickstoffdüngung geradezu geschädigt werden, fördert.

Aus allen diesen Ausführungen geht aber unzweifelhaft die wirtschaftlich so ungeheuer wichtige Anregung des Leguminosenwuchses und die damit verbundene Unabhängkeit einer mit Kalisalzen gedüngten Wiese von der Stickstoffdüngung hervor. Man kann ein Freund des Stickstoffs sein für Pflanzen, denen die Fähigkeit nicht innewohnt, sich denselben durch eigene Kraft zu beschaffen; wo aber die Stickstoffdüngung ohne eine Düngung mit diesem Stoff, den man für dankbarere Pflanzen aufheben kann, durch die Stickstoffsammlung geeigneter Gewächse zn ersetzen ist, da soll man diesen Pflanzen die Wege zur Entwickelung ihrer stickstoffsammelnden Kraft ebnen, und dieses geschieht auf das sicherste auf den Wiesen durch eine rationell angewendete Kalidüngung. Diese Thatsache dürfen wir niemals vergessen. Daß auf diese Weise außerordentlich große Stickstoffmengen gesammelt werden können, wird eine weiter unten auszuführende Rechnung zeigen.

Aus denselben Versuchen ist für die chemische Zusammensetzung der Wiesenpflanzen bei verschiedener Düngung auch noch das Anwachsen der Phosphorsäure und des Kalis durch die mineralische Düngung zu ersehen. Hierdurch wurden die Ernteprodukte an und für sich aschereicher, denn der Aschegehalt der Trockensubstanz betrug:

Heu ohne Düngung	6,6 %
„ mit voller Mineraldüngung	7,6 %

In der Asche war enthalten:

Asche ohne Düngung	20,40 %	Kali;	4,86 %	Phosphorsäure
„ mit Mineraldüngung	29,77 %	„	6,67 %	„ „
Mehr mit Mineraldüngung	9,37 %	Kali;	1,81 %	Phosphorsäure

Es sind somit in der Trockensubstanz des Heus enthalten:

	Ungedüngt	volle Mineraldüngung	
Phosphorsäure	0,32 %	0,52 %	100:163
Kali	1,34 „	2,26 „	100:169

Das mit einer Mineralstoffdüngung versehene Heu ist demnach sehr viel reicher an Kali und Phosphorsäure als das ungedüngte. Da nun

selbstverständlich durch die Mineraldüngung die Höhe des Ertrages sehr erheblich vermehrt wird, so vermehrt sich die Einfuhr von Kali und Phosphorsäure einer Wirtschaft, welche ihre Wiesen in rationeller Weise düngt, in ganz außerordentlicher Weise. Wir wollen hierüber eine Rechnung an der Hand von Zahlen von Lawes und Gilbert ausführen.

Der Heuertrag betrug von der ungedüngten Fläche pro ha 2824 kg im Mittel von 20 Jahren, von der mit voller Mineraldüngung versehenen aber 4518 kg heutrockene Substanz. Rechnen wir diese zu 85 % Trockensubstanz, so wurden an trockener Masse 2400, bezw. 3840 kg pro ha geerntet. Hiernach berechnet sich die jährlich von einem Hektar der Wiesen der Wirtschaft zugeführte Kali- und Phosphorsäuremenge folgendermaßen:

Mit voller Mineraldüngung	86,78 kg Kali;	19,97 kg Phosphorsäure
Ungedüngt	32,16 „ „	7.68 „ „
Mehr mit Mineraldüngung	54,62 kg Kali;	12,29 kg Phosphorsäure
Verhältniszahlen	100:270	100:260

Es versteht sich von selbst, daß bei einer derartigen Vermehrung der Kali- und Phosphorsäuremengen des Futters und damit auch des Düngers die gesamte Wirtschaft, namentlich im leichteren Boden, einen sehr hohen Nutzen haben muß.

Endlich können wir die Zahlen von Lawes und Gilbert auch benutzen, um zu berechnen, wie groß die unter dem Einflusse der Mineraldüngung mehr produzierten Stickstoffmengen sind. Die Leguminosen haben ja die Fähigkeit, Stickstoff zu sammeln und denselben auch, ohne eine Stickstoffdüngung erhalten zu haben, in ihren Teilen niederzulegen. Man sollte darnach meinen, daß die unter dem Einflusse der Mineraldüngung in größerer Menge entwickelten Leguminosen das Heu auch prozentisch an Stickstoff reicher machen müßten. Nach Lawes und Gilberts Zahlen ist dieses indessen nicht der Fall gewesen, denn das Heu der ungedüngten Parzelle hat ebenso wie dasjenige der mit einer vollen Mineraldüngung versehenen 1,60 % Stickstoff enthalten. Ob diese Gleichheit im Stickstoffgehalt immer vorhanden sein wird, möchten wir allerdings bezweifeln, denn wenn es sich um eine totale Veränderung des Charakters der Vegetation, wie dieselbe z. B. bei der Huntemannschen Beschreibung wiedergegeben wurde, handelt, dürfte dieselbe kaum ohne eine sehr erhebliche Erhöhung des Stickstoffgehaltes vor sich gegangen sein. Indessen, wir wollen uns zunächst nur an die Thatsachen halten und berechnen, wie viel Stickstoff von der ungedüngten und der mit einer Mineraldüngung versehenen Parzelle geerntet wurde:

Ungedüngt	2400 kg Trockensubstanz zu 1,6 % Stickstoff	38,44 kg Stickstoff	
Mineraldüngung	3840 „ „ „ „ „ „	61,44 „ „	
Mehr durch Mineraldüngung		23,00 kg Stickstoff	

Ganz abgesehen von dem Nutzen, den dieses in Form von Proteïn gewonnene Stickstoffquantum für die Fütterung besitzt, wird der Vorrat der Wirtschaft in Form von Stalldünger um den obigen Betrag und, da bei vielen Beispielen durch die Mineraldüngung noch viel bedeutendere Ertragserhöhungen beobachtet wurden, häufig noch in viel bedeutenderem Maße vermehrt. Schon die auf Grund der Beobachtungen von Lawes und Gilbert, noch mehr aber die an der Hand eines anderen Beispiels auszuführende Rechnung zeigt, um welche Werte es sich hierbei handelt.

Wiesendüngungsversuch von Lawes und Gilbert.

In dem mehr geernteten Heu waren enthalten:

23 kg Stickstoff	zu 1,20 Mark	27,60 Mark	
55 „ Kali	„ 0,13 „	6,25 „	
12 „ Phosphorsäure	„ 0,50 „	6,00 „	
	Summa	39,85 Mark	
Ab Kosten der Düngung mit 600 kg Kainit und 200 kg Thomasphosphat		18,60 „	
	Gewinn	21,25 Mark	

Da die Versuche von Lawes und Gilbert auf einer kalireichen Lehmwiese ausgeführt wurden, waren die Ertragserhöhungen nur mäßige; rechnen wir dieselben Verhältnisse für eine für die Kalidüngung dankbare Wiese, so erhalten wir begreiflicherweise viel günstigere Resultate.

Wiesendüngungsversuch von Fleischer.

Es wurden geerntet ohne Düngung 12 200 kg, mit 8 Meterzentner Kainit und 2 Meterzentner Thomasphosphat 28 500 kg Wiesengras, entsprechend 30,50 und 71,25 Meterzentner Heu mit 25,93 und 60,56 Meterzentner Trockensubstanz. Hiernach berechnen sich unter Zugrundelegung der von Lawes und Gilbert festgestellten Zusammensetzung folgende Werte:

Kainitphosphatdüngung:

Meterzentner			Mark	Mark
60,56 tr. Heu zu 1,6 % Stickstoff	96,9 kg Stickstoff	zu	1,20	116,3
„ „ „ „ 2,26 „ Kali	136,9 „ Kali	„	0,13	17,8
„ „ „ „ 0,52 „ Phosphors.	31,5 „ Phosphors.	„	0,50	15.8
			Summa	149,9 Mark

Ohne Düngung:

25,93 Mtrztr. tr. Heu zu	1,6 % Stickstoff	41,5	kg Stickstoff	49,8 Mark
„ „ „ „ „	1,34 „ Kali	34,75	„ Kali	4,5 „
„ „ „ „ „	0,32 „ Phosphors.	8,30	„ Phosphors.	4,2 „
			Summa	58,8 Mark

Wert der Nährstoffe in Kainitphosphatdüngung	149,9 Mark pro ha
Ungedüngt	58,8 „ „ „
Geldwert des Mehrertrages	91,1 Mark pro ha
Ab Kosten von 800 kg Kainit, 200 kg Thomasphosph.	21,8 „ „ „
Bleibt Gewinn an Kali, Stickstoff, Phosphorsäure	69,3 Mark pro ha

Diese Beispiele mögen genügen, um zu zeigen, daß der Gewinn an düngenden Bestandteilen durch das infolge der Kainitphosphatdüngung mehr geerntete Heu der Wiesen unter gewissen Verhältnissen ein außerordentlich großer sein kann. Man bedenke nur, durch diese Düngung, deren Kosten 21,8 Mark betragen, gewinnt man allein an Stickstoff, ohne selbst mit stickstoffhaltigen Düngemitteln zu düngen, 55,4 kg pro ha, im Werte von 66,5 Mark mehr; diese Thatsache genügt allein, um die Kaliphosphatdüngung in das richtige Licht zu stellen und die genannte Düngung als eine großartige Stickstoffquelle für die Landwirtschaft zu kennzeichnen.

10. Die Schmackhaftigkeit des mit der Kaliphosphatdüngung erzeugten Wiesenheues.

Wir stehen hier vor einer noch nicht ganz aufgeklärten, aber sehr interessanten Streitfrage. Bis vor kurzem hielt man es für absolut bewiesen, daß die Kainit-Phosphatdüngung nicht nur größere Mengen eines nährstoffreicheren, sondern auch eines den Tieren schmackhafteren Futters erzeuge. Hiergegen sind aber — wenigstens gegen die Allgemeinheit der Geltung dieses Satzes — neuerdings einige Zweifel aufgetaucht.

Der erste derselben kam in der von der deutschen Landwirtschaftsgesellschaft veranstalteten Umfrage, welche der Verfasser seinerzeit bearbeitete und welche noch jetzt die Hauptgrundlage der in der Praxis gemachten Beobachtungen bildet, zum Ausdruck.

Herr Janke-Balderburg (Westpreußen) teilte auf seinem Fragebogen mit, daß die Tiere (Rindvieh) 1886 das sehr gut eingebrachte Heu von mit Kainit gedüngten trocknen Moorwiesen nicht gern gefressen hätten. Dasselbe sei anscheinend von sehr guter Beschaffenheit gewesen, da sich an Stelle der üblichen schlechten Moorwiesenpflanzen durch die Kainit-Phosphatdüngung hauptsächlich Kleearten, aber auch bessere Gräser ein-

gestellt hätten. 1887 dagegen, wo das Heu etwas Regen bekommen habe, sei es von den Tieren sehr gern aufgenommen worden.

Es folgt nun die in weitere Kreise gedrungene Mitteilung des bekannten Landwirts Schirmer-Neuhaus, welche folgendermaßen lautet: „Es ist allerdings eine bekannte Thatsache, daß die meisten, seit Jahren mit Thomasschlacke und Kalisalzen gedüngten Wiesen bessere Gräser, Wicken und Klee erzeugen und auch mehr Futter bringen.

Nicht nur in meiner Wirtschaft, sondern auch in vielen anderen, mir bekannten ist erfahrungsmäßig festgestellt, daß dieses sehr schön aussehende, prächtige Futter mit jedem Jahre weniger gern vom Vieh gefressen wird. Ich habe daher mit Düngen von Thomasschlacke nachgelassen und dafür neben Carnallit (im Herbst gegeben) und Kainit (im Frühjahr), Kalk auf die Wiesen gebracht und gefunden, daß das auf so behandeltem Grunde gewachsene Heu den Tieren willkommener war."

Zur Aufklärung dieser wichtigen Beobachtung verschaffte sich nun der Verfasser von Herrn Schirmer eine Heuprobe, welche vom Vieh angeblich nicht aufgenommen wurde und veranlaßte die Untersuchung derselben im Laboratorium der Versuchsstation Halle durch Dr. Schneidewind. Die Ergebnisse dieser Untersuchung sind folgende:

	Heutrockne Substanz.	Mittleres Heu von E. v. Wolff.
Feuchtigkeit	14,30	14,3
Rohproteïn	10,93	9,7
Rohfett	2,30	2,5
Rohfaser	24,37	26,3
Asche	8,42	6,2
Stickstofffr. Extraktst.	39,68	41,4
	100,00	100,0

Das untersuchte Heu unterschied sich daher wenig von dem mittleren Wiesenheu E. v. Wolffs und steht zwischen diesem und dem von ihm als „sehr gut" bezeichneten.

Der Verdaulichkeitscoefficient des Rohproteïns wurde nach der Stutzerschen Methode zu 73,2 % festgestellt, was ebenfalls durchaus nichts unnormales bedeutet.

Von 100 Teilen Stickstoff waren vorhanden:

im Eiweiß 73,7 Teile
im Nichteiweiß 26,3 „

Diese Zahl für das Nichteiweiß ist allerdings hoch (im mittleren Wiesenheu sind von 100 Teilen Stickstoff nur 7,5—17,5, im Mittel 12,8 Teile Nichteiweißstickstoff) und das Schirmersche Heu übertrifft da-

mit die sehr üppigen, wie z. B. bei einer Rieselung gewachsenen Wiesenpflanzen, welche sehr reich an Nichteiweißstickstoff zu sein pflegen. Vielleicht ist hierin die Erklärung dafür, daß dieses Heu den Tieren widersteht, zu suchen.

Die Untersuchung der Asche ergab folgendes Resultat:

1000 Teile Heu enthalten		(Mittleres, Heu nach v. Wolff).
Kali	14,0	12,0
Phosphorsäure	6,2	4,3
Kalk	10,1	5,4

Das Schirmersche Heu enthält demnach etwas mehr Kali, Phosphorsäure und Kalk, aber der Mineralstoffgehalt ist doch kein unnormaler.

Die Untersuchung auf Salpeter ergab die Anwesenheit von nur 0,002 % Salpeterstickstoff, also von sehr geringen Mengen. Die von Dr. Steffeck ausgeführte botanische Untersuchung ergab folgende Resultate:

Das Heu besteht aus vorwiegenden Mengen guter Futter- bezw. Wiesengräser und Wiesenkräuter, neben Lathyrus, wildwachsenden Medicago- und Trifoliumarten. Zu bestimmen waren noch in dem Heu: Medicago lupulina, trifolium pratense, trifolium procumbens, Lathyrus silvestris. Von Kräutern konnten bestimmt werden: einige gute Kompositen, Geraniumarten, Mentha, also alles gute Futterkräuter, die vom Vieh sonst gern gefressen werden, solche, die nicht gern gefressen werden, waren in dem Heu überhaupt nicht vorhanden.

Der Gedanke, daß durch die Kainitphosphatdüngung das Wachstum von wenig schmackhaften Pflanzen befördert würde, ein Gedanke, welcher nahe liegt, ist also ohne jede Unterlage.

Von anderer Seite wird behauptet, daß die Lathyrusarten, welche sich unter dem Schutze der Kainitphosphatdüngung mit so großer Üppigkeit entwickeln, dem Vieh unangenehm seien; indessen ist auch diese Behauptung vorläufig unbewiesen und wir können aus der Analyse von Dr. Schneidewind nur herauslesen, daß das fragliche Heu den Charakter von üppig gewachsenen, sonst aber ganz normalen Pflanzen hatte, so daß dasselbe bei vollständig harmloser Beurteilung von keinem Analytiker beanstandet worden wäre.

Auf die Schirmersche Veröffentlichung ist nun bereits eine ganze Sturmflut von Mitteilungen, teils gegenteilige Behauptungen, teils aber auch Zustimmungen gekommen, aus denen hervorgeht, daß die wenig schmackhafte Beschaffenheit des Heues glücklicherweise nicht die Regel, sondern die Ausnahme, allerdings offenbar eine nicht ganz seltene Ausnahme, bildet. Daß das Heu von Wiesen mit Kainit-Phosphatdüngung in den meisten Fällen sogar sehr gern von den Tieren verzehrt wird, bestätigen

mehrere Autoritäten nach ihren eignen Erfahrungen. Schultz-Lupitz äußert sich z. B. über das von seinen eigenen Wiesen erzeugte Heu folgendermaßen:

„Die Beliebtheit des mittels der Kaliphosphatdüngung erzeugten Heus ist bei den Käufern groß. Das Drömlingsheu ist seit lange dahin verrufen gewesen, daß es, obschon von jedem Vieh gern verzehrt, doch nicht nähre, auf den Tieren langes, struppiges Haar und Läuse erzeuge, daß man Milch und Fleisch nimmermehr damit hervorbringen könne. Die Knochenbrüchigkeit des Rindviehs war noch vor 30 Jahren eine große Plage der Wirte. Heute ist es anders. Dieses mittels der Düngung erzeugte Heu, dessen Erntemenge von früher 4—5 Zentner auf 30 Zentner und darüber gesteigert ist, erzeugt blankes Haar auf den Tieren, Milch und Fleisch, die Krankheiten sind seltener geworden, das Wachstum des Jungviehs ist ein gedeihliches."

Administrator Schmidt-Wonsowo äußert sich folgendermaßen:

„Von sämmtlichen Wiesen der hiesigen großen (14 000 Morgen) Wirtschaft wird das bei jährlich wiederholter Düngung mit 3—5 Zentner Kainit und 2—3 Zentner Thomasschlacke erzeugte Heu durch die Tiere nicht nur ebenso gut, sondern bedeutend besser und viel lieber gefressen. Während früher das Vieh vor dem sauren Moorwiesenheu stand, ohne es auch nur anzurühren, trotzdem es vor Hunger brüllte und sich zur Aufnahme höchstens bei starker Schlämpefütterung verstand, nimmt es heute das Heu jederzeit und gedeiht vortrefflich dabei. Niemals sind nachteilige Folgen (welche übrigens von Schirmer-Neuhaus auch nicht behauptet worden sind) beobachtet worden. Da hier überhaupt jedes Stückchen Wiese mit der starken Kainit-Phosphatdüngung versehen wird, hätte schon der ganze Viehstand zu Grunde gehen müssen, wenn das Heu schädliche Bestandteile enthielte."

Indessen diese die gute, in den meisten Fällen eintretende Beschaffenheit des mit Kali-Phosphat gedüngten Heus bestätigenden Berichte schaffen die Thatsache nicht aus der Welt, daß unter Umständen durch die Düngung eine dem Vieh wenig angenehme Beschaffenheit hergestellt wird und man müßte fragen, wodurch dieselbe wohl entsteht. Ist es der Kainit, oder das Thomasphosphat oder sind es beide zusammengenommen? So viel steht fest, daß weder der Kainit noch das Thomasphosphat, namentlich aber letzteres nicht, Verbindungen enthält, welche unschmackhafte Pflanzen erzeugen. Wahrscheinlich ist es eine zu schnelle Entwickelung, ein zu üppiges Wachsthum, welches unter Umständen diese Erscheinung der Unschmackhaftigkeit hervorbringt. Wenn diese Vermutung richtig ist, dann ist eben nicht einem einzelnen, sondern dem durch die Düngung bewirkten und geförderten Zusammenwirken aller Wachstumsfaktoren die Schuld beizumessen.

Vielleicht verliert sich die Unschmackhaftigkeit, wenn man derartige Wiesengräser länger stehen läßt, um ihnen Zeit zu lassen, besser auszureifen.

Wir sind also noch weit entfernt, klar in der vorliegenden Frage zu sehen; so viel muß man indessen auch als begeisterter Anhänger der Kainit-phosphat-Wirtschaft zugeben, daß in gewissen Fällen durch diese Art der Düngung ein minder schmackhaftes Futter erzeugt wird. Indessen diese Fälle sind glücklicherweise nicht in überwiegender Zahl vorhanden und die sonstigen Vorteile der Kainit-Phosphatdüngung sind so groß, daß niemand sich dadurch von der Ausführung derselben abhalten lassen soll. Die Kalidüngung deshalb einzuschränken, diesen Rat möchte der Verfasser nicht zu geben wagen.

11. Wiesen-Litteraturübersicht.

Lawes und Gilbert, Versuche zu Rothamsted, bearbeitet von P. Behrend, Verlag von Paul Parey 1881. P. Wagner, Kali-Phosphatdüngung; Wintersche Buchdruckerei, Darmstadt, 1889. M. Maercker, die Kalisalze und ihre Anwendung in der Landwirtschaft, Verlag von Paul Parey, Berlin 1880. Bericht über die Resultate der Anwendung von Kainit in der Praxis, i. A. der Deutschen Landwirtschafts-Gesellschaft erstattet von M. Maercker. Mitteilungen dieser Gesellschaft 1886. II. Bericht über denselben Gegenstand; Jahrbücher der Deutschen Landwirtschafts-Gesellschaft 1891. Band 6. Lierke, praktische Düngetafeln, Verlag von Paul Parey, Berlin 1887. Vibrans Calvörde, Wiesendüngungsversuche; Braunschw. landw. Ztg. 1888, S. 201. Kirchhoff, Hann. landw. Zschrft. 1880. Versuche über die Anwendung von Kalisalzen im Donaumoos von Dr. F. Wagner, Zetschrft. d. landw. Zentr.-Ver. f. Bayern 1888, S. L. Griffenhagen, über die Anwendung von Kainit und Phosphat auf Wiesen; Landw. Annalen d. Mecklenb. patr. Ver. 1885 S. 41; v. Knieriem, Versuche mit Kainit, Thomasphosphat und Superphosphat auf Wiesen, Balt. Wochenschrift f. Landw. 1890, Nr. 43. Bertram, Anwendung der Kalisalze auf Bergwiesen, Hann. landw. Ztg. 1885, S. 931. M. Fleischer, Milchzeitung 1887, S. 989. Erfahrungen über die Stärke der Düngung von Moorwiesen. Derselbe, Mitteilungen z. Förderung d. Moorkultur, 1889, S. 294. Salfeld, Versuche über Wiesendüngung, Hann. landw. Ztg. 1882. Bericht über die im Auftrage d. Posenschen Zent.-Ver. veranstaltete Umfrage über die Wirkung der Kalisalze, Pos. landw. Zentrlbl. 1885, S. 233. Wiesendüngung in den Alpen, Referat von M. Maercker, durch d. Magdb. Ztg. in Braunschw. landw. Ztg. 1882, S. 117. Graf Schwerin-Putzar; Versuche auf Moorwiesen, Ztschrt.

d. Balt. Zentr.-Ver. 1885, 228. Neßler, Versuche über die Wirkung von Kainit und Phosphat auf Moorwiesen. Bad. landw. Wochenblatt, 1886, S. G. Edler, Hann. land- u. forstw. Ztg. 1882, S. 501. Sälfeld, Hann. land- u. forstw. Ztg. 1886, 931. Samek, Wiesendüngungsversuche, Tirol, landw. Blätter, 1890, S. 42. v. Knieriem, Versuche mit reinen Kalisalzen und Phosphaten auf Wiesen, Balt. landw. Wochenschrift, 1890, Nr. 41. H. Schultze, Düngungsversuche auf hochgelegenen Harzwiesen, Braunschw. landw. Ztg. 1889, S. 185. Düngungsversuche auf kalireichen Wiesen von Samek zu St.-Michele im Etschtal, Tiroler landw. Blätter, 1888, S. 85. Über den Einfluß der Kainitphosphatdüngung auf die Schmackhaftigkeit des gewonnenen Heus. Mitteilungen des Vereins z. Förderung d. Moorkultur, 1891, Nr. 10 und 11. Über dasselbe Maercker, Magdeb. Ztg., 1891, 25. Juni. J. Huntemann, Veränderung d. Charaktere d. Wiesen-Flora unter d. Einfluß d. Kalidüngung, landw. Zentr.-Bl. f. Oldenburg, 1890, S. 713. Schultz-Lupitz, über die Einwirkung der Kalidüngung auf Qualität ꝛc. Vortr. a. d. Gen.-Vers. d. Ver. f. Moorkultur, 1881. Mitteilungen dieses Vereins, 1891, Nr. 7, S. 97. Fleischer, über Kainit-Phosphatdüngung auf Wiesen, Mitteilungen d. Ver. z. Förd. d. Moorkultur, 1891, S. 89. Derselbe, Bericht über die Thätigkeit der Moorversuchsstation für 1890; ebendaselbst, 1801, S. 293. Bericht von Dr. Salfeld, ebendaselbst, 1891, S. 305.

Ältere Versuche. Düngungsversuche mit rohem Kainit von Leopoldshall, mitgeteilt von F. Nobbe, Amtsbl. f. d. landw. Vereine d. Königr. Sachsen, 1868, S. 32. Düngungsversuche mit Kalisalzen auf Wiesen, von M. Schäfer, Biederm. agrik.-chem. Zentralbl., 1876, I. S. 411. Düngungsversuche mit Kalisalzen, insbesondere mit schwefelsaurer Kalimagnesia von O. Cordel, Preuß. Annal. d. Landw., 1868, II. S. 77. Versuche von Fittbogen über die Anwendung von Kalisalzen zur Wiesendüngung, landw. Jahrbücher, Jahrgang 5, S. 800. Versuche mit Kalisalzen auf Alpenweiden von Freiherrn v. Gise und Prof. Fleischmann, landw. Versuchsstationen, 1867, S. 235. Versuche über die Nachwirkung von Kalisalzen, landw. Ztg. für Westfalen und Lippe, 1875, Nr. 19, S. 149.

II. Die Anwendung der Kalisalze für die Düngung des Getreides.

A. Winterroggen.

1. Das Kalibedürfnis des Winterroggens und die für denselben zu gebende Stärke der Kalidüngung.

Aus der im Anfang dieser Schrift auf Seite 14 mitgeteilten Tabelle ergeben sich die für die Erzeugung einer Roggenernte von verschiedener Höhe notwendigen Kalimengen, welchen wir gleich die erforderlichen Phosphorsäuremengen hinzufügen. Es gebraucht:

	Kali	Phosphorsäure	
Eine hohe Ernte (30 Mtr.-Ztr. Körner)	17,4	25,5	kg pro ha
„ „ „ (70 „ „ Stroh)	60,2	17,5	„ „ „
Summa	77,6	43	„ „ „
Eine Mittelernte (16 Mtr.-Ztr. Körner)	9,3	13 6	„ „ „
„ „ (50 „ „ Stroh)	43	12,5	„ „ „
Summa	52 3	26,1	„ „ „
Eine geringe Ernte (12 Mtr.-Ztr. Körner)	7	10,2	„ „ „
„ „ „ (30 „ „ Stroh)	25,8	7,5	„ „ „
Summa	32,8	17,7	„ „ „

Aus diesen Zahlen können wir bezüglich der für die Produktion von Roggenernten im allgemeinen erforderlichen Kali- und Phosphorsäuremengen folgendes entnehmen:

1) Die bei weitem größte Kalimenge einer Roggenernte befindet sich in dem Stroh. Auf einen Teil Kali in den Körnern kommen ungefähr vier Teile desselben Stoffs im Stroh, da das Stroh ungleich kalireicher als die Körner ist.
2) Verbleibt das Stroh in der Wirtschaft und wird dasselbe in Form des Stalldüngers dem Felde wieder zugeführt, so kommen damit

ungefähr vier Fünftel des zur Erzeugung einer neuen Roggenernte erforderlichen Kalis wiederum auf das Feld zurück.

3) Die bei weitem größte Phosphorsäuremenge einer Ernte befindet sich dagegen in den Körnern, wenngleich das umgekehrte Verhältnis dem Kali gegenüber nicht in gleicher Stärke zum Ausdruck kommt.

4) Wenn die erzeugten Körner verkauft werden, so werden damit der Wirtschaft die größeren Mengen der zur Erzeugung einer neuen Ernte erforderlichen Phosphorsäure entzogen.

Nach den oben gemachten Angaben würden zur Erzeugung von Roggenernten erforderlich sein (Kainit zu 12,5 %; Carnallit zu 9,5 % Kali gerechnet):

	Kainit	Carnallit	
Hohe Ernte	6,21	8,17	Meterzentner pro ha
Mittlere Ernte	4,19	5,50	„ „ „ „
Geringe Ernte	2,62	3,45	„ „ „ „

Mit 3 Zentner Kainit, um uns für die zur Zeit pro Morgen noch übliche Rechnungsweise geläufig auszudrücken, würde man also eine Roggenernte von maximaler Höhe vollauf produzieren können, auch wenn das Feld in der Fruchtfolge eine Stallmistdüngung nicht erhalten haben würde.

In der That liegt aber nun die Sache so, daß wir annehmen müssen, daß in einem sehr kaliarmen Boden, durch welchen ein erheblicher Zuschuß für die Ernten nicht stattfindet, eine Düngung von dieser Höhe nicht ausreichend sein dürfte, da der Roggen wahrscheinlich sich nicht mit gleicher Leichtigkeit wie andere Kulturpflanzen das Kali aneignen kann.

Es ist mit Recht in dieser Beziehung von P. Wagner darauf aufmerksam gemacht worden, daß verschiedene Pflanzen ein sehr verschieden starkes Vermögen, sich die Kaliverbindungen des Bodens anzueignen, besitzen und daß man infolgedessen gewisse Pflanzen, auch wenn in den Ernten derselben besonders hohe Kalimengen nicht enthalten sind, besonders stark mit Kalisalzen düngen muß. Wagner unterscheidet deshalb sehr richtig zwischen den in der Pflanze enthaltenen Kalimengen und dem Düngerbedürfnis derselben Pflanzen nach Kali, welches ein sehr verschiedenes sein kann. Eine kalireiche Pflanze, welche mit Leichtigkeit die in dem Boden oder dem Dünger enthaltenen Kalimengen aufnehmen kann, gebraucht darum noch keine besonders starke Kalidüngung, während eine andere, welcher die Aufnahme des Kalis schwer wird, eine weit reichere Kalidüngung gebraucht, trotzdem sie dem Boden nicht sehr große Mengen entnimmt.

Ein hohes Kalidüngerbedürfnis scheint nun die Roggenpflanze zu besitzen und sie muß deshalb, um zu gedeihen, einen gewissen Überschuß

von Kali in dem Boden vorfinden. Nach **Wagners** Versuchen (Die Kaliphosphatdüngung, Seite 12/13) produzierten z. B. verschiedene Pflanzen ohne eine Kalidüngung in einem Sandboden:

Erbsen	80 g	Trockensubstanz
Sommerroggen	35 „	„
Weizen	43 „	„
Gerste	19 „	„

Der Roggen hatte daher nächst der Gerste die geringste Fähigkeit, das Kali aus dem Boden aufzunehmen.

Leider liegen weitere exakte Versuchszahlen aus der Praxis nicht vor, aber ein von F. **Wagner** im Donaumoos in einem sehr kaliarmen Moorboden ausgeführter Düngungsversuch scheint zu beweisen, daß in einem **sehr kaliarmen** Boden die einfachen, in den Ernten enthaltenen Kalimengen zur Produktion nicht genügen.

Wagner erntete bei einem Versuch mit Sommerroggen:

4,5 Mtr.-Ztr. Kainit	14,68 Körner	46,84 Mtr.-Ztr. Stroh	pro ha
3 „ „ „	12,09 „	38,04 „ „ „	„ „
Ungedüngt	7,17 „	29 „ „ „	„ „

Drei Meterzentner Kainit mit 37,5 kg Kali würden also in obigem Falle 4,92 Meterzentner Körner und 9,04 Meterzentner Stroh erzeugt haben, während durch die Erhöhung der Kainitgabe auf 4,5 Meterzentner die Ertragserhöhung auf 7,52 Meterzentner Körner und 17,84 Meterzentner Stroh stieg. Ein Meterzentner Kainit hatte demnach nur 1,64 Meterzentner Körner und 3,01 Meterzentner Stroh in ersterem Falle, oder 1,67 Meterzentner Körner und 3,96 Meterzentner Stroh in letzterem erzeugt. Da in der gewonnenen Mehrproduktion nur 19,7 bzw. 10,6 kg Kali enthalten waren, während die entsprechenden Kainitmengen 56,25 bezw. 37,5 kg Kali enthielten, so würde das Kali in diesem Falle von dem Roggen nur zu einem schwachen Drittel ausgenutzt sein. Wenn auch dieser einzeln stehende und noch dazu mit **Sommerroggen** ausgeführte Versuch nicht absolut beweisend ist, so spricht er doch immerhin für den Nutzen einer stärkeren Kaliaufwendung für den Roggen, als nach den einfachen statischen Rechnungen zu erwarten ist.

Wahrscheinlich wäre bei diesem Versuche eine noch höhere Ernte gemacht worden, wenn man mit der Kaliaufwendung noch höher gegangen wäre, und man darf annehmen, daß

> **die Normal-Kalidüngung für den Roggen nicht unter 6 Meterzentner Kainit pro ha betragen soll; wahrscheinlich wird es aber geraten sein, in kaliärmeren Bodenarten auf 8 Meterzentner heraufzu-**

gehen. Wir erhalten also für den Roggen dasselbe Resultat als für die Wiesen, bei denen man bisher auch zu sparsam mit der Kalidüngung vorgegangen ist.

An und für sich würde ja eine Düngung mit 6 Meterzentner Kainit pro ha zur Produktion der höchsten Ernte nach den Wolffschen Mittelzahlen genügen, aber man muß, wie gesagt, erwägen, daß der Roggen das Kali schwer aufnimmt und daß außerdem bei einer kalireichen Düngung die Ernteprodukte sehr viel kalireicher werden, so daß ein Teil Kali nicht, wie man nach der Zusammensetzung einer Roggenernte vermuten sollte, 130 Teile Erntemasse von Roggen, sondern bei einem höheren Kaligehalt, wie derselbe bei der Kalidüngung sicher eintritt, sehr viel weniger erzeugen kann.

Eine reichliche Kalidüngung ist daher für den Roggen immer anzuraten.

Bei gleichzeitiger Stallmistdüngung oder starker Kalidüngung zur Vorfrucht wird man natürlich die Kalidüngung für den Roggen entsprechend niedriger bemessen dürfen.

2. Die für den Roggen erforderliche Phosphorsäuredüngung.

Der Phosphorsäurebedarf ist folgender:

Hohe Ernte	43,0	kg	pro ha
Mittlere „	26,1	„	„ „
Niedrige „	17,7	„	„ „

Der Phosphorsäurebedarf ist demnach ein wesentlich niedrigerer als der Kalibedarf, welcher ungefähr das doppelte der für die Phosphorsäure angegebenen Zahlen ausmacht. Aus diesem Grunde ist es auch nicht nötig, mit ebenso großen Phosphorsäuremengen als Kalimengen zu düngen, wenn auch wahrscheinlich für die Aufnahme der Phosphorsäure dasselbe als für diejenige des Kalis zutreffen dürfte, daß nämlich die Roggenpflanze nicht zu denjenigen Pflanzen zu gehören scheint, welche sich den im Boden vorhandenen Phosphorsäurevorrat leicht aneignen können. Mit größeren Mengen Phosphorsäure, als in einer Ernte enthalten sind, wird man daher jedenfalls düngen müssen, aber es giebt auch in dieser Beziehung eine gewisse Grenze. Wenn zur Produktion einer vollen Roggenernte mit rund 2,5 Meterzentnern 18 $^0/_0$ igem Thomasphosphat gedüngt werden müßte, so dürfte es gewiß in Rücksicht auf die schwerere Aufnahme der Phosphorsäure durch die Roggenpflanze doch genügen, wenn man an Stelle dessen eine Düngung mit 3—4 Meterzentner Thomasphosphat pro ha ausübt, worin 54—72 kg Phosphorsäure anstatt der gebrauchten 43

enthalten sind. Diese hohe Menge kann natürlich eine wesentliche Einschränkung erfahren, wenn das betreffende Feld eine Stallmistdüngung, in welcher ja auch ansehnliche Phosphorsäuremengen enthalten sind, erhalten hat oder wenn der Boden von Natur und durch frühere Düngungen phosphorsäurereich ist.

Nach den Erfahrungen von Rimpau-Cunrau ist es z. B. ziemlich schnell gelungen, den im Anfang sehr phosphorsäurehungrigen Boden der Cunrauer Moordämme so mit Phosphorsäure anzureichern, daß derselbe auf Phosphorsäure überhaupt nicht mehr reagierte.

Fleischer macht bezüglich des Moorbodens auch darauf aufmerksam, daß man in demselben leicht eine Verschwendung mit Phosphorsäure treiben könne, da die phosphorhaltige Moorsubstanz infolge der durch die Kultivierung und Bearbeitung stattfindenden Durchlüftung und Oxydation reichliche Mengen Phosphorsäure bilde und damit in gewissem Maße von der Phosphorsäuredüngung unabhängig werde.

Für den Sandboden, der meistens sehr phosphorsäurearm und für eine Phosphorsäuredüngung dankbar ist, gilt dieses freilich nicht, aber auch in diesem kann durch eine oft wiederholte Phosphorsäuredüngung ziemlich schnell ein Übermaß von Phosphorsäure angehäuft werden, welches unter Umständen infolge der zu argen Reifebeschleunigung sogar schädlich werden kann. Man rechne daher sorgfältig die dem Boden zugeführten und durch die Ernten entzogenen Phosphorsäuremengen nach und gehe unverzüglich an Versuche mit der Einschränkung der Phosphorsäuredüngung, sobald die Rechnung ein erhebliches Plus für den Bestand im Boden ergiebt. In vielen Fällen wird man zu dem Resultate kommen, daß eine Einschränkung der Phosphorsäuredüngung von Nutzen sein kann und gerechtfertigt ist; aber man überzeuge sich immer erst durch den Versuch, ob das Feld noch auf Phosphorsäure reagiert oder nicht.

Damit soll selbstverständlich der Nutzen der Phosphorsäuredüngung neben der Kalidüngung in keiner Weise herabgesetzt werden, denn so lange ein Phosphorsäuremangel im Boden besteht — und dieses wird von Anfang an in allen leichteren Bodenarten der Fall sein — ist die Phosphorsäuredüngung ebenso gut ein unumgängliches Erfordernis für die Erzielung hoher Erträge als die Kalidüngung; man wird aber in der Lage sein, den Boden eher mit Phosphorsäure zu übersättigen als mit Kali, von welchem Nährstoff erheblich mehr gebraucht wird, und hieran denke man stets.

3. Die Stickstoffdüngung.

Da die Kaliphosphatdüngung vorwiegend im Moor- und Sandboden zur Anwendung kommt, während in den kalireicheren Lehm- und Thonböden ein Nutzen derselben nicht in gleichem Maße zu erwarten ist, werden

wir die daneben erfolgende Anwendung stickstoffhaltiger Düngemittel nur vorwiegend für die erstgenannten Bodenarten zu behandeln haben.

In dem stickstoffreichen Moorboden ist eine Düngung des an und für sich stickstoffbedürftigen Roggens nicht notwendig, wenn die Moorsubstanz so große Stickstoffmengen in Pflanzennahrung überführt, als zur Erzeugung einer vollen Ernte erforderlich ist. Solches ist fast durchgehends der Fall mit den Niederungsmooren, den sogenannten Grünlandsmooren, welche nach Art der Cunrauer Moordammkulturen bewirtschaftet werden. Hier hat sich die Stickstoffdüngung von vornherein als unnötig und zum teil sogar als schädlich erwiesen, da ohnehin in dem Boden derselben mehr Stickstoff als für die Vegetation erwünscht ist, enthalten sein kann. Dagegen hat es sich nach den Beobachtungen Fleischers und seiner Mitarbeiter an der so segensreich wirkenden Moorversuchsstation zu Bremen als ein verhängnisvoller Irrtum gezeigt, wenn man diese Beobachtung auch auf andere Moorarten und speziell auf das stickstoffärmere und schwerer zersetzbare Hochmoor übertragen wollte. Hier ist eine Stickstoffdüngung nur dann unnötig, wenn dem stickstoffzehrenden Getreide stickstoffsammelnde Leguminosen vorausgegangen sind. Fleischer führt hierüber folgenden sehr sprechenden Versuch an.

Es wurde geerntet an Winterroggen, der mit Kainitphosphat gedüngt worden war, nach:

	Erbsen- und Bohnen-Gemenge		Erbsen	
	Körner	Stroh	Körner	Stroh
Ohne Stickstoffdüngung pro ha	2745 kg	5204 kg	2630 kg	5020 kg
Mit „ „ „	2827 „	5300 „	2800 „	5280 „
Mehr durch Stickstoff	82 kg	96 kg	170 kg	260 kg

Die Mehrernte durch die Stickstoffdüngung war also eine nur unbeträchtliche. Als dagegen unter gleichen Verhältnissen Roggen nach Futterrüben und Getreide angebaut wurde, erntete man:

Ohne Stickstoffdüngung	1000 kg Korn	2695 kg Stroh pro ha		
Mit „	1600 „ „	3300 „ „		
Mehr durch Stickstoff	600 kg Korn	605 kg Stroh pro ha.		

Man wird nach diesen Erfahrungen, welche von anderen Seiten und namentlich aus der Praxis heraus vollkommen bestätigt werden, auf Hochmoorkulturen unter Umständen sehr wohl an die Anwendung der stickstoffhaltigen Düngemittel zu denken haben, und Salfeld (Zeitschrift des Vereins für Moorkultur, 1890, S. 50) empfiehlt auch auf Neukulturen, wenn eine Anwendung von Stalldünger nicht stattfindet, 2 Meterzentner

Chilisalpeter pro ha als eine sehr wirksame und rentable Düngung. Jedenfalls kann die Stickstofffrage für die Moordüngung nicht ohne weiteres in einem ablehnenden Sinne entschieden werden.

Für den stickstoffbedürftigen und für die Kainitphosphatdüngung ebenfalls besonders geeigneten Sandboden ist die Frage durch die Beobachtungen und das System von Schultz-Lupitz vollkommen klargelegt. Für den leichten Sandboden liegt die beste Stickstoffdüngung in der Fruchtfolge, da dieser Boden größere Mengen stickstoffhaltiger künstlicher Düngemittel nicht in entsprechender Weise ausnutzen kann. Hier ist so recht eigentlich das System (L. D.) von Schultz-Lupitz, d. h. der planmäßige Anbau von Stickstoffsammlern in einer Kainitphosphatdüngung, am Platze und wenn diese Stickstoffsammler als Vorfrüchte des Roggens geraten, dann genügt der von ihnen gesammelte Stickstoff nach zahlreichen vorliegenden Beobachtungen, um auf dem leichteren Sandboden eine volle Ernte, d. h. eine so hohe, wie sie durch die Feuchtigkeitsverhältnisse gestattet wird, herzustellen, nehmlich nach Schultz-Lupitz bis zu einer Höhe von 25 Meterzentner Roggenkörnern pro ha. Es kann sich also nur um Angaben über die Stickstoffdüngung handeln, wenn die stickstoffsammelnden Vorfrüchte durch die Ungunst der Witterung oder aus anderen Gründen mißrieten; in diesem Falle ist natürlich der fehlende Stickstoff durch eine Beidüngung in gewissem Grade zu ersetzen. Man wendet in solchen Fällen mit Erfolg eine Düngung mit verschiedenen stickstoffhaltigen Düngemitteln an und wird zum Teil zu den langsamer wirkenden organischen, wie dem Knochenmehl, Fischguano und Fleischmehl oder ähnlichen, gleichzeitig Phosphorsäure enthaltenden Düngemitteln greifen, zum Teil aber auch an die Anwendung des Chilisalpeters denken, welcher, in mäßigen Mengen, im Frühjahr gegeben, auch im Sandboden sehr gut und, wenn es nicht allzusehr an Feuchtigkeit fehlt, auch sicher wirkt. Mehr als 1—1$^1/_2$ Meterzentner Chilisalpeter pro ha anzuwenden, dürfte jedoch in dem leichteren Boden nicht ratsam sein, da die Feuchtigkeitsverhältnisse desselben doch meistens zu unsichere sind, um die Ausnutzung größerer Mengen dieses an und für sich sehr guten Düngemittels mit genügender Aussicht auf Erfolg zu gewährleisten.

Wenn daher eine größere Stickstoffmenge zur Ergänzung der in der Fruchtfolge fehlenden gegeben werden soll, so wird man zu einer ergänzenden Herbstdüngung mit den genannten organischen stickstoffhaltigen Düngemitteln greifen. Am Besten ist es allerdings immer, wenn man den Stickstoff durch den vorhergegangenen Anbau einer stickstoffsammelnden Vorfrucht beschaffen kann (wohl zu unterscheiden von einer vollen „ad hoc“ angebauten Düngung derselben Pflanze).

Die als Zwischenfrüchte in das Getreide eingesäeten Leguminosen können unter günstigen Umständen auch eine so große Stickstoffmenge aufspeichern, daß eine Stickstoffdüngung für den darauf folgenden Roggen unnötig wird, indessen dürfte dieses doch nur der Fall sein, wenn sie ganz besonders gut gerieten; war dieses nicht der Fall, dann wird eine Beidüngung mit 1—1½ Meterzentner Chilisalpeter pro ha ebenso notwendig werden, als nach den nicht besonders gut geratenen, als Hauptfrüchte angebauten Leguminosen. Das Auge des Landwirts muß hier eben abmessen und es sich zum Prinzip machen, daß nach sehr gut geratenen Stickstoffsammlern die Stickstoffdüngung für den Roggen überflüssig ist, daß dagegen nach weniger gut geratenen Stickstoffsammlern eine Beidüngung mit stickstoffhaltigen Düngemitteln zu erfolgen hat, deren Stärke das kritische Auge des Landwirts und seine Erfahrung dem Stande der Stickstoffsammler anzupassen hat. Auf diese Weise wird es nach Möglichkeit gelingen, so viel Stickstoff zur Verfügung zu haben, daß die Höhe der Ernte durch das Fehlen desselben in ungünstiger Weise nicht beeinflußt werden kann.

Beispiele für die Wirkung der Stickstoffdüngung aus „Rimpau, die Bewirtschaftung des Rittergutes Cunrau, Verlag von Paul Parey 1887."

Rotation 4. Leichter, warmer, gemergelter Sandboden, Vorfrüchte des Roggens: Lupinen in 3 Zentner Kainit, darauf Kartoffeln in starker Stallmistdüngung (180—200 Zentner pro Morgen), dann Roggen in Kainit-Phosphat. Eine Zugabe von 50—100 Pfund Chilisalpeter macht sich sehr gut bezahlt; beispielsweise wurde geerntet:

1 Zentner Chilisalpeter	7	Zentner Korn,	13,05	Zentner Stroh
Ohne Chilisalpeter	3,75	„ „	7,75	„ „

Ein Zentner Chilisalpeter hatte somit 3,25 Zentner Körner und 5,30 Zentner Stroh erzeugt. Bemerkenswerth ist hierbei, daß der Körnerertrag ungleich mehr als der Strohertrag durch die Düngung vermehrt worden war. Gewinn durch die Düngung 20 M. pro Morgen.

Rotation 5. Etwas besserer, gemergelter, warmer Sandboden. Roggen nach Wundklee erhält und verwerthet keine Stickstoffdüngung; dagegen ist eine solche nötig für den Roggen, welcher auf Lupinen folgt, wenn die Lupinen in dürren Jahren mißraten und im Boden zu wenig Rückstände lassen.

4. Die beste Fruchtfolge für den Roggen im leichteren Boden.

Da auf die Notwendigkeit der Einhaltung einer rationellen Fruchtfolge im Vorhergehenden schon mehrfach aufmerksam gemacht ist, wollen wir einige Beispiele von Fruchtfolgen aus bewährten Wirtschaften anführen.

A) Die Cunrauer Fruchtfolge auf leichtem Boden.

Dieselbe ist insofern etwas abweichend von den übrigen, als daselbst neben etwa 3000 Morgen leichtem Boden, 1300 Morgen Moordammkulturen bewirtschaftet werden, welche niemals eine Stalldüngung erhalten, so daß der leichtere Boden nicht allein mit dem aus den eigenen Produkten gedüngten Stalldünger gedüngt wird, sondern außerdem auch noch mit dem aus den Produkten der Moorkulturen erzeugten. Hierdurch stellt sich begreiflicherweise die Sache anders als in reinen Sandwirtschaften; es kommt hinzu, daß in Cunrau wegen eines großen Brennereibetriebes ein sehr starker Kartoffelbau betrieben werden muß.

Rotation 3. Humoser Sand.

1) Gelbe Lupinen mit 600 kg. Kainit pro ha.
2) Kartoffeln mit 300 Meterzentner Stalldünger pro ha.
3) Roggen mit Kainit-Phosphat.
4) Kleegrasweide.

Rotation 4. Leichter, warmer, gemergelter Sandboden.

1) Weiße Lupinen in 6 Meterzentner Kainit, Ertrag bis 16 Meterzentner pro ha.
2) Kartoffeln in 360—400 Meterzentner Stalldünger pro ha, Ertrag 250 Meterzentner Imperator.
3) Roggen in 40 kg Phosphorsäure und 6 Meterzentner Kainit, Ertrag bei Zugabe von 1—2 Meterzentner Chilisalpeter 14 Meterzentner Korn, 26 Meterzentner Stroh.
4) Kleegrasweide, Raygras und Hopfenklee.
5) Roggen in 6 Meterzentner Kainit (derselbe wird bereits im Frühjahr zur Weide gegeben), dazu 1—2 Meterzentner Chilisalpeter und 40 kg Phosphorsäure pro ha.

Rotation 5. Etwas besserer, gemergelter, warmer Sandboden.

1) Kartoffeln in 500—600 Meterzentner Stalldünger, Ertrag 260 Meterzentner Imperator.
2) Sommerroggen, 40 kg Phosphorsäure und 4 Meterzentner Kainit pro ha, Ertrag 10—12 Meterzentner pro ha.
3) Wundklee, Ertrag 30 Meterzentner Heu pro ha; meist zum Reifwerden, mit 1—2 Meterzentner Ertrag pro ha.
4) Roggen, 6 Meterzentner Kainit und 40 kg Phosphorsäure, Ertrag 14 Meterzentner pro ha.
5) Weiße oder gelbe Lupinen in 6 Meterzentner Kainit, Ertrag ca. 12 Meterzentner pro ha.
6) Roggen in 4 Meterzentner Kainit und 40 kg Phosphorsäure; ev. 1 Meterzentner Chilisalpeter, wenn die Lupinen nicht recht gerieten.

Rotation 6. Kalter, feinkörniger, mulmiger Sandboden, gemergelt.

1) Kartoffeln in 500—600 Meterzentner Stalldünger, Ertrag 180 bis 200 Meterzentner Imperator.
2) Winter- oder Sommerroggen in 40 kg Phosphorsäure mit 2 Meterzentner Chili, Ertrag bis 18 Meterzentner pro ha.
3) Wundklee mit Hopfenklee und etwas englischem Raygras, Ertrag 30 Zentner Heu pro ha.
4) Roggen in 6 Meterzentner Kainit und 40 kg Phosphorsäure, mit 2 Meterzentner Chili, Ertrag bis 19 Meterzentner.
5) Englisch Raygras zur Weide oder zum Reifwerden. Ein Teil desselben wird zeitig umgebrochen und mit 6 Meterzentner Kainit gedüngt, da eine stärkere Kaligabe in Rücksicht auf die folgenden Kartoffeln erwünscht erscheint, und alsdann mit gelben Lupinen, Raps oder gelbem Senf zur Herbstweide für Schafe besät.

In Zukunft soll, der besseren Ausnutzung wegen, auf den Roggen, in welchen gelbe Lupinen eingesät werden (mit 6 Meterzentner Kainit) Hafer bestellt werden. Dieser erhält dann 3 Meterzentner Thomasphosphat und 2 Meterzentner Chilisalpeter. An den Stellen, wo keine Lupinen in Kainit voraufgingen, sollen 6 Meterzentner Kainit gegeben werden.

Fruchtfolgen von Schulz-Lupitz aus „Die Kalidüngung auf leichtem Boden." Verlag von Paul Parey, Berlin, 1890, 4. Auflage.

a) Fruchtfolgen auf besserem Sandboden, ohne Weidegang der Schafe.

1) 4 Schläge.
   1. Roggen in L D. (6 Meterzentner Kainit und 40 kg Phosphorsäure pro ha).
   2. Kartoffeln, gedüngt mit 16 Fuhren Stalldünger pro ha.
   3. Roggen oder Hafer mit 2 Meterzentner Knochenmehl pro ha.
   4. Klee zur Heugewinnung mit 6 Meterzentner Kainit pro ha.

2) 4 Schläge.
   1. Roggen in L D. (6 Meterzentner Kainit, 40 kg Phosphorsäure pro ha), die Stoppel umgebrochen und Lupinen in 6 Meterzentner Kainit bestellt.
   2. Kartoffeln. gedüngt mit 16 Fuhren Stalldünger pro ha.
   3. Roggen oder Hafer mit 2 Meterzentner unterpflügtem Knochenmehl.
   4. Samen-Wundklee oder Rotklee.

3) 5 Schläge.
   1. Roggen in 6 Meterzentner Kainit und 40 kg Phosphorsäure.

Die Stoppel umgebrochen und in 6 Meterzentner Kainit Lupinen zur Gründüngung bestellt.
2. Hafer.
3. Kartoffeln mit 16 Fuhren Stalldünger pro ha.
4. Roggen in halber Stallmistdüngung oder in 2 Meterzentner Knochenmehl.
5. Wundklee oder Rotklee.

4) 6 Schläge.
1. Erbsen mit 6 Meterzentner Kainit und 40 kg Phosphorsäure pro ha.
2. Roggen in 6 Meterzentner Kainit und 40 kg Phosphorsäure.
3. Kohlrüben in Stalldüngung, daneben Kainitphosphat.
4. Hafer, ungedüngt.
5. Klee mit 6 Meterzentner Kainit pro ha.
6. Roggen in 6 Meterzentner Kainit und 40 kg Phosphorsäure.

5) 6 Schläge.
1. Roggen in 6 Meterzentner Kainit und 40 kg Phosphorsäure pro ha. Die Stoppel umgebrochen und in dieselbe Lupinen in 6 Meterzentner Kainit bestellt.
2. Hafer.
3. Kartoffeln in 16 Fuhren Stalldünger pro ha.
4. Erbsen in 6 Meterzentner Kainit und 40 kg Phosphorsäure, oder aber Lupinen in 6 Meterzentner Kainit pro ha.
5. Roggen in 6 Meterzentner Kainit und 40 kg Phosphorsäure pro ha.
6. Wundklee oder Rotklee.

Inbetreff der vorstehenden Fruchtfolgen mag es sich empfehlen, weil der Klee häufig, d. h. also in 4, 5 oder 6 Jahren auf derselben Stelle wiederkehrt, mit den Kleearten dahin zu wechseln, daß der halbe Schlag Rotklee, der andere halbe Wundklee zu tragen hat, oder aber, daß statt des Klees Serradella eingeschoben wird.

b) Fruchtfolgen auf geringerem Sandboden und bei entfernterer Lage mit Weidegang von Schafen.

1. Lupinen in 6 Meterzentner Kainit.		
2. Kartoffeln in 16 Fuhren Stalldünger pro ha.		
3. Roggen mit 2 Meterzentner Knochenmehl, untergepflügt.		
4. Wundklee.		
5. Roggen in L D.	oder n. Stoppellupinen;	oder n. Stoppellupinen.
6. Weide.	Hafer.	Hafer.
7. Weide.	Weide.	Weide.
		8. Weide.

1. Lupinen in 6 Meterzentner Kainit, zur vollen Gründüngung untergepflügt.
2. Roggen in 40 kg Phosphorsäure und 6 Meterzentner Kainit.
3. Kartoffeln in Stalldünger, einfache Düngung.
4. Roggen in 2 Meterzentner eingepflügtem Knochenmehl.
5. Wundklee in 6 Meterzenter Kainit.
6. Roggen in L. D. oder nach Stoppellupinen.
7. Weide. Hafer.
8. Weide. Weide.
9. Weide.

Sonstige, in der Praxis bewährte Fruchtfolgen:

1) Dunglupinen in 6 Meterzentner Kainit pro ha;
2) Roggen in 4—6 Meterzentner Kainit 2 Meterzentner Thomasphosphat mit 40 kg Phosphorsäure. In den Roggen werden Serradella, oder wenn diese nicht recht gedeiht, Lupinen als Zwischenfrucht eingesät. Die Serradella wird im April, die Lupinen zu Anfang Juni in den Roggen eingesät.
3) Kartoffeln in einer halben Stallmistdüngung, sonst in 2 Meterzentner Chilisalpeter pro ha;
4) Hafer in 4 Meterzentner Kainit und 2 Meterzentner Thomasphosphat, in den Hafer säe man Serradella ein;
5) Saatlupinen oder Wundklee, der in den Hafer einzusäen ist;
6) Roggen in 6 Meterzentner Kainit und 40 kg Phosphorsäure;
7) Kartoffeln in Stalldünger oder 2 Meterzentner Chilisalpeter;
8) Hafer in 2 Meterzentner Thomasphosphat und 2 Meterzentner Chilisalpeter.

oder:

1) Roggen in schwacher Stallmistdüngung, in den Roggen werden Lupinen oder Serradella oder ein Gemisch von beiden eingesät;
2) Roggen (Stoppelroggen) in 4 Meterzentner Kainit und 40 kg Phosphorsäure und 1 Meterzentner Chilisalpeter;
3) Kartoffeln in Stalldünger oder in 2 Meterzentner Chilisalpeter pro ha;
4) Hafer mit 4 Meterzentner Kainit; erhielten die Kartoffeln eine Stallmistdüngung, so kann die Phosphatgabe fortbleiben, sonst sind 40 kg Phosphorsäure zu geben. In den Hafer ist Wundklee einzusäen, wenn dieser gedeiht;
5) Wundklee oder Lupinen, eventuell auch kleine Erbsen;
6) Roggen in 6 Meterzentner Kainit und 40 kg Phosphorsäure, in den Roggen werden Lupinen oder Serradella eingesät;

7) Roggen in 4 Meterzentner Kainit und 40 kg Phosphorsäure, je nach dem Stande der stickstoffsammelnden Vorfrüchte auch 1 bis 2 Meterzentner Chilisalpeter;
8) Kartoffeln in Stalldünger;
9) Dunglupinen.

Fruchtfolge für einen besseren Sandboden:

1) Rotklee in Kainit-Thomasphosphatdüngung;
2) Roggen mit eingesäter Serradella, 1 Meterzentner Chilisalpeter pro ha;
3) Kartoffeln, halbe Stallmistdüngung;
4) Erbsen in Kainit-Thomasphosphat;
5) Roggen mit Serradella oder Lupinen eingesät, derselbe erhält eventuell auch noch 4 Meterzentner Kainit;
6) Kartoffeln, halbe Stallmistdüngung;
7) Gerste oder Hafer in 4 Meterzentner Kainit, 40 kg Phosphorsäure und 1—2 Meterzentner Chilisalpeter.

Fruchtfolge für leichteren Sandboden:

1) Gründüngungslupinen in 6 Meterzentner Kainit;
2) Roggen in Kainitphosphatdüngung, Serradella oder Lupinen eingesät;
3) Kartoffeln in halber Stallmistdüngung;
4) Saatlupinen oder Serradella in 6 Meterzentner Kainit;
5) Roggen in Kainitphosphatdüngung, Lupinen oder Serradella eingesät;
6) Kartoffeln in voller Stallmistdüngung;
7) Sommerroggen oder Hafer in Kainitphosphat mit einer Beigabe von 1—2 Meterzentner Chilisalpeter.

5. Die Zeit der Anwendung der Kalisalze für den Roggen und die zweckmäßigste Art des Unterbringens derselben.

Hierüber liegen wichtige und beachtenswerte Beobachtungen vor.

Im allgemeinen giebt man die für den Roggen bestimmte Kainitphosphatdüngung vor der Bearbeitung des Landes für den Roggen und es ist meistens üblich, die Düngemittel unterzupflügen, häufig aber nimmt man auch keinen Anstand, dieselben unmittelbar vor der Bestellung zu geben und alsdann nur flach einzuackern. Daß dieses unter Umständen nicht unbedenklich sein kann, ergiebt sich aber aus mehreren Beobachtungen, von denen nur folgende angeführt sein mögen. So berichtet Salfeld in der schon mehrfach angeführten, durch die deutsche Landwirtschafts-Gesellschaft veranstalteten, von dem Verfasser bearbeiteten Untersuchung über die zweckmäßigste Anwendung der Kalisalze, daß der Kainit auf Hochmoorackerland, welches mit Sand gemischt war, bei trockener Herbstwitterung häufig einen um acht Tage späteren Aufgang des Roggens verursacht habe, ohne daß freilich erhebliche Nachteile eingetreten seien. Dagegen habe der

gleichzeitig mit der Saat in einem leichteren Sandboden gegebene und mit dem Roggen eingeeggte Kainit (9 Meterzentner pro ha) bei trockener Witterung sehr erheblich geschadet; der Roggen sei um volle vierzehn Tage später aufgegangen als der nicht mit Kainit gedüngte und es sei schließlich auch eine sehr erhebliche Schädigung des Ertrages hervorgetreten.

Ähnliche Beobachtungen teilt Thoms (3. Bericht über vergleichende Düngungsversuche zu Roggen, Gerste und Hafer, Riga 1890) mit. Derselbe rät infolge der gemachten Beobachtungen über den Einfluß der direkten Kainitdüngung auf den Roggen, den Kainit so frühzeitig als möglich zu geben. Auf Brachfeldern sei es angebracht, die Düngung sogar schon im Frühjahr auszuführen, widrigenfalls man eher Ertragserniedrigungen als Erhöhungen durch die Anwendung des Kainits erwarten könne. Diesen allerdings nur für trockene Bodenarten und trockene Jahre vorliegenden Beobachtungen ist ein gewisses Interesse nicht abzusprechen, denn es geht aus denselben unzweifelhaft hervor, daß die späte Kainitanwendung:

1) unter Umständen den Aufgang verzögern kann und zwar bisweilen um reichlich vierzehn Tage, und hierdurch kann gelegentlich das Schicksal einer Roggenernte entschieden werden;
2) bei herrschender Trocknis auch unter Umständen eine erhebliche Schädigung statt der erwarteten Ertragserhöhung eintreten kann.

Es ist daher nur bei einer feuchteren Beschaffenheit des Bodens zulässig, die Kalisalze gleichzeitig mit dem Roggen in den Boden zu bringen und in der Nähe der keimenden Körner zu belassen, wie solches durch Eineggen geschieht. In einem trockeneren Boden entsteht offenbar eine Salzlösung von einer so hohen Konzentration, daß dieselbe der jungen Pflanze schadet, wie solches übrigens aus vielfachen Versuchen über den Einfluß von an und für sich indifferenten Salzen auf den Keimungsprozeß bekannt ist. Man vermeide daher am besten die direkte Berührung der Kalisalze mit der jungen Pflanze in dem Boden, indem man die ersteren zeitig genug in den Boden bringt, so daß die Salze sich in demselben lösen und verbreiten können, und bringe die Kalisalze zweckmäßigerweise durch Unterpflügen in Schichten unterhalb der auskeimenden Körner, wo sie zunächst nicht in Berührung mit letzteren kommen.

Dieses Verfahren ist umsomehr geboten, als nicht eine einzige Beobachtung in der Richtung vorliegt, daß etwa eine frühe Anwendung der Kalisalze für den Roggen einen mangelnden Erfolg gebracht hätte. Thoms empfiehlt deshalb mit vollem Recht die Kalisalze für Roggen, welcher nach Brache angebaut wird, bereits zeitig im Frühjahr auszustreuen. Es läßt sich auch unter Verhältnissen, wo Roggen nicht nach der reinen Brache angebaut wird, was bei uns in Deutschland erfreulicherweise immer seltener wird, stets ein Ausweg der sicheren und den jungen Pflanzen unschädlichen

Anwendung der Kalisalze finden. Wenn man als Vorfrüchte des Roggens z. B. Lupinen, Serradella oder dergl., teils zum Gründunterpflügen, teils zum Abernten anbaute, so ist die beste Art der Anwendung der Kalisalze diejenige, sie vor dem Umpflügen der Stoppel oder der Gründüngungspflanze auszustreuen und sie nun die ganze vorbereitende Bearbeitung des Feldes für den Anbau des Roggens durchmachen zu lassen. Es giebt nicht eine einzige Beobachtung, daß dieses Verfahren einen schlechteren Erfolg ergeben hätte, als die direkte Anwendung bei der Bestellung des Roggens.

Wenn der Roggen auf andere Feldfrüchte, welche später das Feld räumen, folgt, soll man es sich wenigstens im allgemeinen zum Grundsatz machen, die Kalisalze so früh wie irgend möglich, und jedenfalls nicht später als vor der ersten Pflugart, für den Roggen zur Anwendung zu bringen. Für den auf Kartoffeln folgenden Roggen gebe man nur die Hälfte der Kalidüngung bei der Bestellung und die andere Hälfte im Winter auf den Schnee. Unter diesen Verhältnissen ist wohl jeder schädliche Einfluß auf die Keimung des Roggens ausgeschlossen.

Eine andere Frage ist es nun aber, ob man, wenn man es aus irgend welchen Gründen versäumte, die Kalisalze so frühzeitig, als man es wohl gewünscht hätte, auszustreuen, lieber ganz von der Anwendung derselben absehen soll oder ob man dann die spätere Anwendung, gegenüber der ganz zu unterlassenden, als das kleinere Übel wählen soll.

Hierbei muß man von folgenden Erwägungen ausgehen.

Ist der Boden sehr trocken, so ist es unzulässig, die Kalisalze bei der Bestellung, so, daß sie mit den Roggenkörnern in direkte Berührung kommen, zu geben, man warte alsdann lieber bis der Roggen aufgegangen und der erste Schnee gefallen ist und streue alsdann den Kainit auf den Schnee aus. Es liegen mehrfache Beobachtungen darüber vor, daß der Kainit unter diesen Verhältnissen noch einen recht erheblichen Nutzen gebracht hat, und wenn man auch von dieser Zeit der Anwendung nicht die volle Wirkung erwarten darf, so ist dieselbe doch gewiß besser als die ganz unterlassene Anwendung.

In einem Fall ist jedoch das Unterackern der Kalisalze als die einzig richtige Methode zu bezeichnen. Es giebt nämlich eisenschüssige Sandbodenarten, welche an und für sich schon eine Neigung zum Zusammenfließen und zu einer Krustenbildung besitzen, die im höchsten Grade lästig und schädlich ist und auch die Erträge erheblich beeinträchtigen kann, wenn man nicht im stande ist, die entstandene harte Kruste stetig mit der Hacke zu durchbrechen (in dieser Lage sind bekanntlich die Landwirte des leichteren Bodens sehr selten).

Diese Krustenbildung wird nun durch die Anwendung der Kalisalze

bedeutend verstärkt und namentlich dann zu einer sehr lästigen Erscheinung, wenn die Kalisalze nur eingeeggt oder auch sonst nur flach untergebracht werden. Es ist daher in diesem Falle unerläßlich, dieselben mit dem Pfluge unterzuackern. Man wird auch in diesem Falle noch einen gewissen Einfluß auf die mechanische Beschaffenheit der Ackererde spüren, aber derselbe ist nicht annähernd so groß, als wenn die Kalisalze nur flach untergebracht wurden. Der Verfasser weiß, daß man in Rücksicht auf diese Erscheinung schon ganz von der an und für sich als segensreich erkannten Anwendung der Kalisalze abgehen wollte, aber man fand glücklicherweise noch zur rechten Zeit, daß man das Übel durch ein tiefes Unterackern (und die Anwendung von Kalk) sehr vermindern konnte.

6. Die für die Anwendung der Kalisalze zu Roggen geeignetsten Bodenarten.

Für den Roggen erledigt sich diese Frage eigentlich von selbst, denn der spezifische Roggenboden ist der leichtere, weniger lehmige Sand und der reine Sand und diese sind verhältnismäßig so kaliarm, daß eine Kalidüngung in denselben immer mit der größten Aussicht auf Erfolg versucht werden kann. Man wird nach den gemachten Erfahrungen selten befürchten müssen, daß dieselbe fehlschlagen wird. Ebenso steht es auch mit dem Anbau des Roggens in dem Moorboden, mag derselbe zum Hochmoor- oder Niederungsmoorboden gehören. In beiden ist eine Kaliarmut vorauszusetzen und die vorliegenden Erfahrungen sprechen auch dafür, daß ein lohnender Roggenbau erst mit der Anwendung der Kalisalze in den verschiedenen Moorbodenarten, noch mehr in den sandigen Bodenarten möglich geworden ist.

In den feinerdereicheren Bodenarten liegt dagegen die Sache anders. Schon im sandigen Lehm werden die Wirkungen der Kalisalze, wenn sonst in demselben rationell, d. h. mit einer genügenden Viehaltung und Zukauf von Kraftfuttermitteln gewirtschaftet wird, unsicher und in der Untersuchung der deutschen Landwirtschaftsgesellschaft werden nur wenige günstige Erfolge auf diesem Boden erwähnt. Immerhin liegt hier aber die Möglichkeit einer Wirkung der Kalisalze noch vor und man wird gut thun, letztere zu den kalibedürftigeren Pflanzen, wozu ja bekanntlich die Roggenpflanze gehört, zu versuchen. Namentlich wird dieses mit Aussicht auf Erfolg geschehen können, wenn in denselben Wirtschaften ein intensiver Anbau von kalireichen Pflanzen, z. B. von Kartoffeln und Zuckerrüben, unter Verhältnissen betrieben wird, wo die von denselben dem Boden entzogenen Kalimengen in der Düngung nur zum kleineren Teil dem Boden wieder zurückgegeben werden, wie solches bei der Ausübung der Stärke- und Zuckerfabrikation der Fall ist. Unter diesen Verhältnissen hat man daher

alle Veranlassung, die Kalisalze einer sorgfältigen Prüfung auf ihre Wirksamkeit auch in den feinerdereicheren Bodenarten zu unterwerfen.

In dem humosen Lehm, dem eigentlichen Zuckerrüben- und Weizenboden, wird man freilich keine allzu großen Hoffnungen auf die Kalisalze setzen dürfen, da dieser Boden von Natur sehr reich mit Kaliverbindungen ausgerüstet ist und selbst sehr stärkeren Ansprüchen an die Kalibedürftigkeit genügen kann.

7. Die für den Roggen geeignetsten Kalisalze.

Darüber kann nicht der mindeste Zweifel sein, daß der **Kainit** ein für die Düngung des Roggens vorzüglich geeignetes Kalisalz ist; und es kann sich nur darum handeln, ob nicht auch andere Kalisalze als billigerer Ersatz desselben auch geeignet sind.

Mit dem Kainit sind alle diejenigen Versuche ausgeführt, welche zur Begründung des Systems **Schultz-Lupitz**, das ja in der Verbilligung der Roggenproduktion gipfelt, geführt haben und ebenso wenig ist daran zu zweifeln, daß auch in Zukunft der Kainit das hauptsächlichste Düngemittel für den Roggen bleiben wird, solange der Kainitvorrat vorhält und das ist ja glücklicherweise eine noch sehr lange Zeit.

Von sonstigen Kalisalzen kommen nun in erster Linie der **Carnallit**, unter Verhältnissen, wo das in ihm enthaltene Kali billiger als dasjenige des Kainits ist, in Betracht (vergl. die von den Transportkosten abhängigen Preisverhältnisse beider Düngemittel an verschiedenen Orten auf Seite 55).

Mit dem Carnallit hat man auch bereits hier und da Versuche ausgeführt und dieselben sind nicht ungünstig ausgefallen. So wird in der Untersuchung der Deutschen Landwirthschaftsgesellschaft folgendes berichtet:

1) Zeitig angewendet, kann Carnallit den Kainit ersetzen. Es werden für 400 kg Kainit 500 kg Carnallit verwendet;
2) Für alle Halmfrüchte kann Carnallit den Kainit ersetzen;
3) Überall, wo die Stickstoffzuführung größtenteils durch den Stalldünger erfolgt, ist der Carnallit gut;
4) Ist die Nachfrucht Klee, so ist Carnallit wegen seines Chlorkaliumgehalts zu empfehlen.

Wenn nun diese Angaben auch nicht übermäßig zahlreich sind, so sprechen sie doch dafür, daß man bereits an manchen Orten den Kainit regelmäßig durch den unter gewissen Verhältnissen billigeren Carnallit ersetzt und es liegt andererseits auch nicht eine einzige für den Carnallit ungünstige Angabe vor, sodaß man wohl zu dem Ergebnis kommt, daß der Kainit unter Umständen durch den Carnallit ersetzt werden kann. Es dürfte solches namentlich in feuchteren Bodenarten der Fall sein, während

man wahrscheinlich gut thut, in trockeneren Lagen und Jahren mit der Anwendung des Carnallits eine gewisse Vorsicht walten zu lassen; denn wenn schon durch den Kainit ätzende Einflüsse, welche sich nachteilig auf den Keimungsvorgang geltend machen, ausgeübt werden, so ist dieses in noch höherem Maße durch den Carnallit zu befürchten, welcher durch seinen höheren Gehalt an Chloriden und speziell an Chlormagnesium voraussichtlich noch stärker ätzend wirken wird. Eine der oben wiedergegebenen Mitteilungen beschränkt daher auch die Anwendung des Carnallits dahin, daß man sich nur für die Zulässigkeit einer frühzeitigen Anwendung ausspricht. Die ätzende Wirkung wird auch dadurch noch mehr in Erscheinung treten, daß man für einen Zentner Kainit 1$^1/_4$ Zentner Carnallit anwenden muß, um den Boden mit den gleichen Kalimengen zu versorgen. Da der Carnallit an und für sich schon größere Mengen von Chlorverbindungen als der Kainit enthält, so wird das Übel dadurch begreiflicherweise noch verstärkt. Indessen in feuchteren Lagen und bei frühzeitiger Anwendung kann man wohl an die Zulässigkeit des Ersatzes des Kainits durch den Carnallit für den Roggen denken und man gewinnt hieraus in Rücksicht auf die mögliche Erschöpfung des Kainits sogar ein gewisses Gefühl der Beruhigung.

Reine Kalisalze sind auch gelegentlich für den Roggen verwendet worden und zwar mit recht befriedigendem, aber, wie man überall anführt, nicht besserem Erfolg als der Kainit und dieselben kommen deshalb bei ihrem höheren Preise gegenüber den rohen Staßfurter Salzen nicht mehr in Betracht.

8. Die durch die Kali- (Phosphat-) Düngung bei Roggen zu erzielenden Mehrerträge.

Die Angaben über die Erhöhung der Erträge des Roggens durch die Kainitphosphatdüngung sind so zahlreich, daß es unmöglich ist, dieselben sämtlich wiederzugeben. Es würde auch nicht im Zweck dieses Buches liegen, Angaben zu machen, welche nur für bestimmte Zwecke passen und unter anderen Verhältnissen trügerisch sein können. Der Verfasser schließt deshalb alle Berichte, bei denen außergewöhnlich hohe Erträge durch die Kainitphosphatdüngung erzielt wurden, absichtlich von der Berichterstattung aus und beschränkt sich auf solche Berichte, aus denen hervorgeht, das durch die Düngung unter mittleren landwirtschaftlichen Verhältnissen in wiederholten Fällen gewisse Mehrerträge erzielt wurden.

Damit soll der Wert der Kainitphosphatdüngung in keiner Weise herabgesetzt werden, im Gegenteil, wir müssen uns immer bewußt bleiben, daß der Schwerpunkt der ganzen Kainitdüngung und des Systems

Schultz-Lupitz in der Erhöhung und Verbilligung der Roggenproduktion liegt. Herr Schultz hat den Beweis geliefert, daß auf Bodenarten und unter Verhältnissen, in welchen dem Landwirt der Kampf ums Dasein mit den größten Schwierigkeiten verknüpft war, durch die Einführung der Kainitphosphatdüngung eine rentable Landwirtschaft wieder ermöglicht wurde. Ebenso muß daran erinnert werden, daß auf den Moorkulturen, mögen sie nach dem System Rimpau-Cunrau oder nach dem Mischkultursystem oder als reines Moor bewirtschaftet werden, die durch die Anwendung der Kalisalze gehobene Roggenproduktion von grundlegender Wichtigkeit ist; es wird also niemand daran denken, die unter Umständen fundamentale, d. h., den rationellen Betrieb der Landwirtschaft überhaupt ermöglichende Wirkung der Kalisalze herabsetzen zu wollen. Die Kalisalze sind eben ein Mittel geworden, um auf Bodenarten, deren landwirtschaftliche Nutzung mit Vorteil nicht möglich war, sehr hohe Erträge zu erzielen.

Über die unter mittleren Verhältnissen zu erzielenden Mehrerträge können wir aus den beiden Untersuchungen der Deutschen Landwirtschaftsgesellschaft, welche der Verfasser 1886 und 1890 bearbeitet hat, folgendes entnehmen:

I. Untersuchung 1886.

Sandboden. Von acht Berichten wird in sieben ein günstiger Erfolg mit einem Drittel bis zur Hälfte Mehrertrag gemeldet.

Mooriger Sandboden. Von sieben Berichten melden sieben, also sämtlich, günstige Erfolge und zwar mehrere die Erhöhung der Erträge auf das Doppelte. Der moorige Sand scheint demnach für die Anwendung der Kalisalze das verhältnismäßig günstigste Medium zu sein, was bei seiner relativ hohen wasserfassenden Kraft, welche die Erträge sichert, auch wohl glaublich erscheint.

Luchboden (mooriger feuchter Sand). In allen Fällen wird eine Ertragserhöhung von 30 % gemeldet.

II. Untersuchung 1890.

Trockener Sand: Stroh und Körner um die Hälfte mehr.

Lehmiger Sand, zwei Scheffel pro Morgen Körner mehr, auch mehr Stroh.

Trockener Sand: sehr guter Erfolg.

Mooriger Sand und Moordammkultur: großartiger Erfolg, wo früher nichts wuchs, werden jetzt hohe Ernten gemacht.

Trockener und feuchter Sand: günstiger Erfolg, auch mehr Stroh.

Halbfeuchter, lehmiger Sand: Ernte um ein Neuntel gesteigert.

Sandboten: Ertrag um gut ein Drittel gesteigert.

Lehmiger Sand: Erträge im ganzen auf das Doppelte gesteigert.
Trockener Sand: 20 % Mehrertrag, 100 kg Roggen um 1,60 Mk. billiger produziert.

III. Einzelversuche aus der Literatur.

Versuche mit Sommerroggen in Donaumoos von F. Wagner. Zeitschrift des landw. Vereins für Bayern, 1888, Seite 4:

	Körner	Stroh	Mehr durch Düng.		Gew. pro ha Mk.
Ungedüngt	7,17	29,00	—	—	—
300 Mtr.-Ztr. Stalldünger	12,74	46,99	5,57	17,97	—
3 „ Thomasph. 6 Kainit	11,54	38,53	4,37	9,53	42,14
4,5 „ „ 4,5 „	14,68	46,84	7,51	17,84	99,17

Dieser Versuch ist auch insofern interessant, als er die Überlegenheit der Kainitphosphatdüngung über die Stallmistdüngung quantitativ und finanziell erweist.

Berichte aus dem Posenschen landw. Zentralverein, 1885, Seite 233:

Siewert-Kroszyn giebt an, durch die Kainitphosphatdüngung Roggen im Verhältnis von 100 : 208 mehr geerntet zu haben.

Pircher-Welna erntete durch 2 Ztr. Kainit pro Morgen 2,5 Ztr. Körner und 8 Ztr. Stroh mehr und erzielte einen Gewinn von 20 Mk. pro Morgen. Eine Ernte von mehr 2 Ztr. Körnern und 6 bis 8 Ztr. Stroh wird von ihm auf leichteren Böden durch die Kainitdüngung für absolut sicher gehalten.

Edler, Hannov. land- und forstw. Zentralblatt, 1888, Seite 223.

Es wurde auf einem Sandboden geerntet:

	Körner		Stroh pro ha	
Ohne Kainit, nur mit Posph. und Chili	18,3	Mtr.-Ztr.	34,1	Mtr.-Ztr.
Mit „	20,2	„	38,3	„
Mehr durch Kainit	1,9	„	4,2	„

F. W. Steffen, Hannov. land. und forstw. Zeitung, 1883, Seite 477.

Winterroggen nach einjährigem Mäheklee in 6 Mtr.-Ztr. Kainit und 2 Meterzentner Knochenmehl pro ha ergab:

	gedüngt	ungedüngt	mehr gedüngt		
Stroh	20,8	16,16	4,64	Mtr.-Ztr.	pro ha
Körner	12,9	8,84	4,06	„	„
Spreu	0,5	0,44	0,06	„	„

Die Kosten der Düngung betrugen 57,6 Mk. pro ha, der Wert der Mehrproduktion dagegen 157,2 Mk., so daß ein Gewinn der Kainitphosphatdüngung von 99,92 Mk. pro ha verblieb. Dieser Gewinn kann als erreichbar und für viele Verhältnisse zutreffend bezeichnet werden, denn auch oben werden die Vorteile der Kainitphosphatdüngung zu rund 20 Mk. pro Morgen = 80 Mk. pro ha angegeben.

9. Der Einfluß der Kalidüngung auf die Entwickelung des Roggens und die Beschaffenheit der geernteten Körner und des Strohs.

Hierüber liegen mehrfache Angaben vor, welche nicht ohne Interesse sind.

Zunächst ist über Beobachtungen zu berichten, daß die Vegetation des Roggens durch die Kainitphosphatdüngung verlängert, die Reife verzögert wird. Schon in der ersten 1886 von der Deutschen Landwirtschaftsgesellschaft veranstalteten Untersuchung wird hierüber mehrfach berichtet, und in der zweiten Untersuchung von 1890 finden sich noch mehr derartige Angaben, welche teils direkt die Reifeverzögerung kundgeben, teils sich dahin aussprechen, daß der Roggen länger grün geblieben sei, längere Zeit eine besonders dunkle Blattfärbung, kurz, eine Neigung zu einer gewissen Spätreife gezeigt habe.

Diese Beobachtungen sind gewiß richtig und auch wohl zu erklären. Es versteht sich eigentlich von selbst, daß eine Düngung, welche so bedeutende Ertragserhöhungen und eine um so viel üppigere Entwickelung der Pflanze im Gefolge hat, eine Reifeverzögerung herbeiführen muß, denn wir sehen diese Erscheinung als eine längst bekannte bei anderen Düngemitteln auftreten. So ist dieselbe charakteristisch für den Chilisalpeter, der unter Umständen (bei Zuckerrüben) so reifeverzögernd wirken kann, daß die in unserem Klima zur Verfügung stehende Wärmesumme nicht genügt, reife und für die Fabrikationen geeignete Pflanzen wachsen zu lassen. Man kann wohl den allgemeinen Satz aufstellen, daß jedes Düngemittel, welches die Pflanze zu einem üppigeren Wachstum anregt — und solches beabsichtigen wir ja ausdrücklich durch die Düngung — eine Neigung zur Spätreife hervorrufen muß. Die Organe der Pflanzen legen sich von vorn herein üppiger an, sie sind reproduktionsfähiger als diejenigen einer ungedüngten und teilweise hungernden Pflanze, die Bestockung ist bei dem Getreide eine viel intensivere, und es folgt daraus, daß eine solche Pflanze, welche genügend Nahrung und sonstige Verhältnisse für ihre Produktion findet, länger leben und wachsen muß. So wenig angenehm eine solche Reifeverzögerung nun auch sein mag, wir müssen dieselbe als eine unvermeidliche und mit der

Wirkung der Pflanzennahrung auf die Vegetation in Zusammenhang stehende Erscheinung in den Kauf nehmen. Bei dem Roggen und dem Getreide überhaupt kommt übrigens dieselbe weniger in Frage, dagegen werden wir uns mit derselben als einer sehr lästigen und besondere Vorsichtsmaßregeln erfordernden bei den Zuckerrüben und Kartoffeln zu beschäftigen haben.

In einigen, wenigen Fällen wird auch von einer eingetretenen Reifebeschleunigung durch die Kainitphosphatdüngung gesprochen und auch diese Angabe mag richtig sein, denn jede Düngung kann unter Umständen auch ein zu frühes Absterben der Pflanzen im Gefolge haben. Wenn z. B. im Boden nicht genügende, sondern nur für die erste Entwickelung ausreichende Stickstoffmengen vorhanden waren und man nun in der Kaliphosphatdüngung das Material für eine üppige Entwickelung der Pflanze zuführt, so wird dieselbe, solange der Stickstoffvorrat reicht, in eine sehr üppige Entwickelung, gefördert durch die reichlichen Kali- und Phosphorsäuremengen, eintreten; sobald aber nun der Stickstoff aufgebraucht ist, muß die Vegetation still stehen und die Pflanze wird hierdurch zu einem früheren Einstellen ihrer Funktionen und damit zu einer Frühreife gezwungen. Diese von Wagner gegebene Erklärung für die reifebeschleunigende Wirkung der Phosphorsäure läßt sich in demselben Maße auch auf die Kalidüngung anwenden, und es geht auch aus mehreren der vorliegenden Berichte hervor, daß eine Frühreife unter dem Einfluß der Kalidüngung eintritt, wenn der Roggen nicht nach stickstoffsammelnden Vorfrüchten angebaut wurde. In diesem Falle wird allerdings die Ertragserhöhung durch die Kaliphosphatdüngung wahrscheinlich eine sehr erhebliche nicht gewesen sein.

Wenn von einer außerordentlich günstigen Einwirkung der Kainitphosphatdüngung auf die Entwickelung des Roggens und des Getreides überhaupt gesprochen wird, so verschweigt man es auch nicht, daß das Unkraut von der Düngung in seiner Entwickelung in demselben Maße als die Kulturpflanzen gefördert wird und man klagt, daß der Kampf mit diesem lästigen Feinde ein sehr schwerer geworden sei. Dieses ist gewiß richtig; wenn man den fast tropisch zu nennenden Unkrautwuchs auf den Cunrauer Moordämmen gesehen hat, so bekommt man ein Bild von den Schwierigkeiten, welche dem mit der Kainitphosphatdüngung arbeitenden Landwirt erwachsen. So bedauerlich nun aber auch das vermehrte Wachstum des Unkrauts ist, so natürlich ist dasselbe, denn bei der Anwendung des Chilisalpeters erfolgt genau dasselbe, und es folgt hieraus keinenfalls, daß man mit der Anwendung der Kainitphosphatdüngung nicht auf dem richtigen Wege war und dieselbe etwa einschränken müßte. — Durchaus nicht! Je mehr und je üppiger das Unkraut wächst, um so sicherer kann

man sein, daß die Düngung ihre Schuldigkeit gethan hat und man wird nur mit allen Kräften durch die Einführung der Drill- und Hackkultur in den Kampf mit demselben eintreten müssen. Die Verbilligung der Produktion giebt ja dem Landwirt hierzu die Mittel in die Hand. Mühelos fallen allerdings den Landwirten die Früchte auch hier nicht in den Schoß, aber es lehren bereits viele Beispiele, daß man mit Aufmerksamkeit, Arbeit und Sorgfalt des Feindes sehr wohl Herr werden kann. Allerdings muß der Verfasser zugeben, selbst im höchsten Grade erstaunt gewesen zu sein, als er sah, wie das Übel von Jahr zu Jahr überhand nahm.

Sodann liegen Beobachtungen über den Einfluß der Kainitphosphatdüngung auf die Entwickelung der Ähren und der Körner des Roggens vor. Daß die Ähren länger geworden sind, als man mit der Kainitphosphatdüngung begann, ist wohl zu glauben, denn in demselben Maße, als sich die ganze Pflanze üppiger und kräftiger entwickelt, ist auch Gelegenheit gegeben, daß sich die Ähren besser ausbilden und eine größere Zahl von Körnern ansetzen. Dagegen sind die Beobachtungen über die Einwirkung der Kaliphosphatdüngung auf die Beschaffenheit der Körner nicht ohne gewisse Widersprüche.

Vielfach, und man muß zugeben, in der großen Mehrzahl der Fälle, berichtet man darüber, daß unter dem Einfluß der Düngung besser entwickelte Körner von einem höheren Hektolitergewicht geerntet worden seien. Herr Schultz-Lupitz macht hierüber in der II. Untersuchung der Deutschen Landwirtschaftsgesellschaft von 1890 für seinen landw. Vereinsbezirk die Angabe, daß der Roggen durch die Kaliphosphatdüngung nach Stickstoffsammlern um 1—1,7 kg pro hl schwerer geworden sei, nach Kartoffeln um 1 kg und in einigen anderen Angaben findet sich auch die Zahl 1 kg höheres Gewicht pro hl, so daß nicht daran zu zweifeln ist, daß man unter Umständen durch die Kainitphosphatdüngung schwerere Körner ernten kann, aber es ist berechtigterweise daran zu zweifeln, daß solches immer der Fall sein wird, denn man kann im allgemeinen den Satz aussprechen, daß mit der höchsten Ernte selten die beste Qualität verbunden zu sein pflegt. Man kann dieses bestimmt für die Gerste, deren Qualität ja durch die Bierbrauer in so sorgfältiger Weise überwacht wird, und ebenso auch für die Zuckerrüben und die Kartoffeln behaupten, und wahrscheinlich wird dieser Satz auch für den Roggen gelten. Wenn daher in mehreren Berichten hervorgehoben wird, daß man durch die Kainitphosphatdüngung leichtere Körner geerntet habe, so kann solches nicht wunder nehmen, denn es ist wahrscheinlich, daß in diesen Fällen eine außergewöhnlich hohe Ernte gemacht wurde. Aus einigen der vorliegenden Berichte ist übrigens auch zu ersehen, daß es sich in

diesem Falle überall um eine sehr bedeutende Steigerung des Strohertrages, über welche die Körner wohl etwas in ihrer Entwickelung zu kurz gekommen sein mögen, handelt. Es fand also in solchen Fällen wohl eine zu üppige Entwickelung des Roggens unter dem Einfluß der Kainitphosphatdüngung statt, eine Erscheinung, welche man in Rücksicht auf die Höhe der Erträge wohl ohne Schmerzen in Kauf nehmen kann; sollte dieselbe unbequem sein und den Verkaufspreis des Roggens erheblich herabdrücken, worüber übrigens bis jetzt noch von keiner Seite geklagt worden ist, dann kann man das Übel leicht durch eine gewisse Einschränkung in der Stärke der Kainitphosphatgabe beseitigen. Der Verfasser ist indessen der Ansicht, daß das etwas geringere Hektolitergewicht das geringere Übel ist und man deshalb keine Maßregeln, welche die Höhe der Erträge herabsetzen würden, zu ergreifen braucht.

Daß in einigen Berichten über eine Neigung des Getreides zum Lagern geklagt wird, kann nach obigen Ausführungen ebenfalls nicht wunder nehmen. Eine allzu üppige Entwickelung, mag sie hervorgebracht sein, durch welche Faktoren sie wolle, erzeugt leicht weniger widerstandsfähige Pflanzen und ruft damit eine Neigung zum Lagern hervor.

Endlich wird in mehreren Berichten hervorgehoben, daß das Stroh besonders gesund und gut entwickelt gewesen sei, und Schultz-Lupitz führt an, daß dasselbe seit der Einführung der Kainitphosphatdüngung hervorragend schön und dem Vieh besonders schmackhaft geworden sei. Leider liegen Analysen über den Einfluß der Kainitphosphatdüngung auf die Zusammensetzung des Strohs nicht vor und wir sind deshalb nicht in der Lage zu urteilen, durch welche Einflüsse diese zweifellos richtig beobachtete Erscheinung zustande kommt.

10. Litteratur über die Anwendung des Kainits zu Roggen.

Schultz-Lupitz, „Die Verbilligung der landw. Produktion“. Vortrag im Klub d. Landwirte zu Berlin, 1882; i. d. Nachrichten aus dem Klub d. Landw., 1883, 1. Febr. Derselbe, „Die Kalidüngung auf leichtem Boden“, vierte Auflage, 1890. Verl. v. Paul Parey, Berlin, 1890. P. Wagner, Zur Kali-Phosphatdüngung nach Schultz-Lupitz“, 1889; Selbstverlag d. Verf. „Die Bewirtschaftung des Ritterguts Cunrau“ von T. H. Rimpau-Cunrau. Verlag von Paul Parey, 1887. „I. Bericht über die Erfolge der Anwendung des Kainits in der Praxis“, i. A. des Dünger-Kainitausschusses der Deutschen Landw. Gesellschaft erstattet von M. Maercker, Halle a. S., 1886. „Die Erfolge der Anwendung verschiedener Kalisalze und insbesondere des Kainits in der

Praxis". „II. Bericht, erstattet i. A. der Dünger-Kainit-Abteilung der Deutschen Landw. Gesellschaft, 1891, von M. Maercker, Halle a. S. Verlag von Paul Parey in Berlin. E. von Wolff, „Aschenanalysen der landw. Produkte", Verlag von Paul Parey, Berlin, 1871. Edler, „Düngungsversuche zu Roggen", Hann. land- und forstw. Zeitschrift, 1882, S. 501. E. W. Steffen, „Desgl.", Hann. land- und forstw. Zeitschrift, 1883, S. 477. „Versuche des landw. Vereins Seehausen", Zeitschrift d. landw. Zentral-Ver. d. Prov. Sachsen, 1884, S. 145. Fleischer, „Düngungsversuche auf Moorboden", Zeitschrift d. Ver. f. Moorkultur, 1889, S. 296. Salfeld, „Düngungsversuche und Vorschriften für die Düngung", Zeitschrift d. Ver. f. Moorkultur, 1890, S. 50. Edler, „Düngungsversuche mit Kalinatronsalpeter", Hann. land- und forstw. Zeitschrift, 1886, S. 223. „Derselbe, ebendaselbst", Düngungsversuche mit Kainit zu Roggen. „Düngungsversuche zu Roggen" von Determann, landw. Wochenblatt f. Schleswig-Holstein. „Versuche über die Anwendung von Kalisalzen zu Roggen" von Thoms-Riga, Biedermanns agric.-chem. Zentralblatt, 1889, S. 420. „Beobachtungen über die Wirkung des Kainits zu Roggen" i. d. Prov. Posen, Pos. landw. Zentralblatt, 1885, S. 233. „Düngungsversuche im Donaumoos von F. Wagner mit Sommerroggen." Zeitschrift d. landw. Zent.-Ver. f. Bayern, 1888, S. 4. Graf Burghauß, „Düngungsversuch mit Roggen", Jahresbericht f. Agric.-Chem., 1865, S. 274. „Versuche mit Staßfurter Abraumsalzen" von Brettschneider, Jahresber. f. Agric.-Chem., 1865, S. 272.

B. Versuche mit kalihaltigen Düngemitteln zu Winter- und Sommerweizen.

Der Winter- und der Sommerweizen wird vorwiegend in kalireichen Bodenarten angebaut und man hat deshalb Düngungsversuche mit Kalisalzen für dieselben kaum ausgeführt — oder wenigstens es finden sich Angaben hierüber in der Literatur nicht vor. — Auch aus der Praxis kann der Verfasser Angaben nicht machen, es sei denn, daß er anführen will, daß man in der Provinz Sachsen, als die Staßfurter Kalisalze erschlossen wurden, auch mit Weizen versuchsweise in der Anwendung derselben vorging, aber mit einem für das Auge so wenig ermutigenden Ergebnis, daß man diese Versuche nicht fortgesetzt hat. Da man den Weizen entweder in direkter Stallmistdüngung oder nach einer gedüngten Vorfrucht, welche die Düngung lange nicht ausnutzt, anbaut, so ist es auch

erklärlich, daß man in kalireicheren Bodenarten für Weizen ermutigende Resultate nicht erhielt.

Damit soll indessen keineswegs gesagt sein, daß die Frage für alle Ewigkeit abgeschlossen ist — im Gegenteil — man arbeitet in vielen Wirtschaften, namentlich in solchen, welche bei einem starken Zuckerrüben- oder Kartoffelbau die Mineralstoffe dieser Pflanzen dem Boden nicht wieder zurückgeben, mit einem starken Kalidefizit und es kann sehr wohl die Zeit kommen, wo auch in den kalireicheren Bodenarten ein Ersatz des Kalis notwendig werden wird. Bei Besprechung der Kalidüngung der Zuckerrübe soll auf diesen Gegenstand ausführlicher eingegangen werden.

Man wird immerhin gut thun, auch in den besseren Bodenarten die Entwickelung der Kalifrage mit Aufmerksamkeit zu verfolgen.

Aus den langjährigen Versuchen von Lawes und Gilbert über den ununterbrochen durchgeführten Anbau von Weizen könnte man fast versucht sein, herauszulesen, daß der Weizen bald gegen eine Kalidüngung dankbar wird, denn in dem schweren Lehmboden, der zu diesen Versuchen diente, erntete man im Durchschnitt der Jahre 1852—1889 pro Hektar:

Ungedüngt	756	kg	Körner	1367	kg	Stroh
Ammonsulfat	1157	„	„	2309	„	„
Ammonsulfat Superphosphat	1455	„	„	2968	„	„
Ammonsulfat, Superph., Kaliumsulfat	1907	„	„	3942	„	„

Die Zugabe von Kaliumsulfat zur Düngung mit Ammonsulfat und Superphosphat hatte also den Körnerertrag um 442 kg, den Strohertrag um 974 kg pro ha gesteigert, aber diese Steigerung scheint nicht, oder doch nur zum kleinsten Teil auf eine spezifische Kaliwirkung zurückzuführen zu sein, denn durch eine Beigabe von indifferenten Salzen wurden fast ebenso bedeutende Ertragserhöhungen hervorgebracht, z. B.:

Ammonsulfat, Superph., Natriumsulfat	1751	kg	Körner	3643	kg	Stroh
„ „ Magnesiumsulf.	1852	„	„	3770	„	„

Es scheint sich also in diesem Falle mehr um einen allgemeinen Salzhunger, der durch den ununterbrochen ausgeführten Anbau von Weizen entstand, als um eine spezifische Kaliwirkung zu handeln, so daß man von einem Kalidüngerbedürfnis des betreffenden Bodens nicht wohl reden kann. Im Übrigen mag aber daran erinnert werden, daß die rohen Staßfurter Salze durch ihre Nebenverbindungen, die Natron- und Magnesiasalze, sehr wohl geeignet sind, diesen Salzhunger zu stillen und sie stellen die billigste Form von allen vorhandenen Düngemitteln dar. Daß sie durch diese Thatsache eine erhöhte Wichtigkeit erhalten, braucht nicht nochmals besonders hervorgehoben zu werden.

C. Versuche mit kalihaltigen Düngemitteln zu Hafer.

1. Das Düngerbedürfnis des Hafers.

Das Kalibedürfnis einer Halerernte von verschiedener Höhe stellt sich nach den von uns ausgeführten Berechnungen folgendermaßen:

	Kali	Phosphorsäure	
Hohe Ernte (40 Meterzentner Körner)	19,2	27,2	kg pro ha
„ „ (48 „ Stroh)	78,2	13,4	„ „ „
Summa:	97,4	40,6	„ „ „
Mittelernte (20 Meterzentner Körner)	9,6	13,6	„ „ „
„ (30 „ Stroh)	48,9	8,4	„ „ „
Summa:	58,5	22,0	„ „ „
Niedrige Ernte (12 Meterzentner Körner)	5,8	8,2	„ „ „
„ „ (20 „ Stroh	32,6	5,6	„ „ „
Summa:	38,4	13,8	„ „ „

Der Kali- und Phosphorsäurebedarf der Hafererernte ist somit ungefähr ebenso hoch als derjenige einer Roggenernte von gleicher Höhe. (Eine Mittelernte von Roggen gebraucht 52,3 kg Kali und 26,2 kg Phosphorsäure); wir wissen indessen bereits, daß es auf die absoluten Mengen von Kali in der Ernte allein nicht ankommt, sondern daß dabei auch in Betracht kommt, in welchem Maße sich die eine oder andere Pflanze das in dem Boden enthaltene Kali aneignen kann, und in dieser Beziehung scheint der Hafer nach den vorliegenden Beobachtungen günstiger als der Roggen und auch die Gerste gestellt zu sein.

Nach den hierüber von P. Wagner ausgeführten Versuchen ist das Düngerbedürfnis des Hafers für Kali von allen Cerealien das verhältnismäßig kleinste, denn es konnte produzieren aus denselben Bodenarten ohne eine Kalidüngung:

Lehmboden:

Hafer 151 g Trockensubstanz
Gerste 45 „ „

Sandboden:

Hafer 96 g Trockensubstanz
Gerste 19 „ „

Aus demselben Boden konnte daher der Hafer 3—5 mal soviel Trockensubstanz als die Gerste offenbar dadurch produzieren, daß er eine bei weitem größere Fähigkeit, das Kali aus dem Boden aufzunehmen, besaß.

Hieraus würde folgen, daß man dem Hafer nicht eine ebenso starke Kalidüngung als dem Roggen zu geben braucht, da derselbe weit mehr als ersterer auf den Kalivorrat des Bodens und jedenfalls auch der älteren Düngungen zurückgreifen kann.

Die Praxis befolgt diesen Gebrauch auch schon lange, aber sie hat sich doch nicht zu der äußersten Konsequenz entschließen können, welche dahin führen würde, den Hafer in Wirtschaften, die sonst reichlich mit Kalisalzen düngen, ganz ohne eine solche Düngung anzubauen. Hierin befindet man sich auch zweifellos im Recht, denn gewisse Kalimengen der Düngung gebraucht der Hafer auch und ein rationell arbeitender Wirt wird auch nicht allein das Kalibedürfnis einer einzigen Kulturpflanze, sondern dasjenige seiner ganzen Fruchtfolge im Auge haben müssen. Wie schon mehrfach hervorgehoben, ist es aber unter gewissen Verhältnissen nicht möglich, jeder einzelnen Feldfrucht der Rotation so viel Kali zukommenzulassen, als diese gebraucht. Der Bedarf einer mittleren Kartoffelernte ist z. B. auf ungefähr 100, derjenige einer sehr hohen auf etwa 200 kg Kali pro ha zu schätzen, für deren Zuführung 7,6 bezw. 15,3 Meterzentner Kainit zur Düngung zu verwenden sein würden, und da sich der Landwirt mit dem Nährstoffvorrat seines Bodens so einrichten muß, daß, wenn die Verhältnisse günstig sind, er soviel Nährstoffe im Boden haben muß, um die höchsten Ernten machen zu können, so ergiebt sich daraus die Unmöglichkeit, so viel Kali für die betreffende Pflanze zuzuführen, als unter Umständen gebraucht wird. Man muß daher durch eine Düngung der übrigen Kulturpflanzen über den eigentlichen Bedarf hinaus dafür sorgen, daß jener Überschuß für die bedürftigeren Pflanzen im Boden vorhanden ist. Für diesen Zweck muß man alsdann auch die Kali weniger bedürftigen Pflanzen immerhin auch noch ziemlich stark mit Kali düngen. Hiernach wird man auch die Kalidüngung zu Hafer in den meisten Fällen nicht unterlassen dürfen, aber andererseits liegt keine Veranlassung vor, eine besonders starke Gabe derselben darzureichen; 3—4 Meterzentner dürften, wenn sonst die übrigen Feldfrüchte mit dem üblichen und auch notwendigen Überschuß von Kali gedüngt werden, vollkommen ausreichen.

Ähnlich als mit dem Kali, dürfte es auch mit der Phosphorsäuredüngung stehen, denn die Praxis befolgt längst den Gebrauch (wenigstens in den besseren Bodenarten), den Hafer entweder nur schwach, oder, wenn die Vorfrüchte eine einigermaßen starke Phosphorsäuredüngung erhalten haben, denselben gar nicht mit Phosphorsäure zu düngen. Die trotz dieser unterlassenen Phosphorsäuredüngung geernteten großen Massen beweisen zum mindesten, daß der Hafer nicht zu den besonders phosphorsäurebedürftigen Gewächsen zu rechnen ist.

Diese Angaben beziehen sich indessen nur auf die besseren Bodenarten, welche von Hause aus ziemlich reich an Phosphorsäure sind; sie dürfen aber nicht ohne weiteres auf die phosphorsäureärmeren Bodenarten, also besonders nicht auf den Sand- und Moorboden, übertragen werden. Hier ist eine Phosphorsäuredüngung in gewissem Maße unerläßlich, wenn man die höchsten Ernten erzielen will. Für den Moorboden liegt z. B. ein Versuch von Sterneborg (Landw. Zeitung für Westfalen und Lippe, 1875, S. 149) vor, der die außerordentliche Wirkung der Phosphorsäuredüngung auf den Hafer beweist. Es wurde geerntet:

Ungedüngt	36,5	Körner	71,5	Stroh
Schwefelsaures Kalium	23,5	„	52,5	„
Superphosphat	94,0	„	185,0	„
Schwefelsaures Kali und Superphosphat	110,0	„	234,0	„

Der außerordentlich große Einfluß der Phosphorsäuredüngung zu Hafer im Moorboden geht aus diesem Versuch unzweifelhaft hervor und es ist dem Verfasser aus vielen Erfahrungen bekannt, daß die Sache für den häufig sehr phosphorsäurearmen Sandboden ähnlich liegt. Wenn man daher mit der Anwendung der künstlichen Düngemittel im Sand- und Moorboden beginnt, so ist in demselben fast immer eine Armut an beiden Nährstoffen zu vermuten und man wird die Phosphorsäuredüngung zunächst für keine Kulturpflanze, also auch nicht für den Hafer, unterlassen dürfen.

Dasselbe geht auch aus einem Haferdüngungsversuch von Schultz-Lupitz im Sandboden hervor, in welchem derselbe folgende Zahlen ermittelte:

Es war die Vorfrucht: Lupinen, mit drei Zentner Kainit gedüngt; der Boden war vor sieben Jahren gemergelt:

Ungedüngt	5,0	Ztr.	Haferkörner	pro	Morgen
2 Ztr. Kalimagnesia	6,8	„	„	„	„
1¹/₄ Ztr. Estremadura Superphospat	8,2	„	„	„	„
2 Ztr. Kalimagn. 1¹/₄ Ztr. Estremad.	14,0	„	„	„	„

Dagegen ist es eine oft gemachte Erfahrung, daß das Düngerbedürfnis des Bodens für Phosphorsäure weit schneller gesättigt wird, wenn man den Boden mit einem gewissen Überschuß derselben düngt, als durch das Kali. Bei den von Fleischer in Cunrau auf Moorkulturen ausgeführten Düngungsversuchen mit verschiedenen Formen der Phosphorsäure zeigte es sich z. B., daß die älteren Moordämme so mit Phosphorsäure gesättigt waren, daß sie auf eine neue Phosphorsäuredüngung überhaupt nicht mehr

reagierten. Auch in Lupitz soll teilweise durch die konsequente Anwendung der Phosphate eine Anreicherung des Bodens an Phosphorsäure in einem Maße eingetreten sein, daß eine Phosphorsäuredüngung nicht mehr wirkt. Unter solchen Verhältnissen wird man natürlich gerade beim Hafer, der zu den weniger phospsorsäurebedürftigen Gewächsen gehört, mit der Phosphorsäureanwendung eher aufhören können, als bei anderen Kulturpflanzen. Hier giebt die Buchführung über den Nährstoffvorrat im Boden ein sehr gutes Mittel, um entscheiden zu können, wann man mit der Düngung der für bestimmte Stoffe weniger bedürftigen Pflanzen zurückgehen kann.

Bezüglich des Stickstoffbedürfnisses des Hafers herrscht nur eine Stimme, der Hafer gehört nicht allein zu den außerordentlich stickstoffbedürftigen Pflanzen, sondern er verwertet auch eiue Stickstoffdüngung meistens höher als andere Pflanzen. Diese Erscheinung mag zum teil damit zusammenhängen, daß derselbe den Stickstoff der Düngung durch seine Bewurzelung sehr leicht aufnehmen kann, zum teil aber auch, daß die Haferpflanze, wie schon oben dargelegt, die Fähigkeit besitzt, besser als andere Pflanzenarten die übrigen Stoffe aufzunehmen, — sie produziert daher unter Verhältnissen, unter denen andere Pflanzen Mangel an Kali und Phosphorsäure leiden, noch sehr gut, weil sie diese Stoffe leicht aufnehmen kann und sie verwertet deshalb auch die Stickstoffdüngung so besonders gut, weil sie überhaupt unter günstigeren Nährstoff-Aufnahme-Verhältnissen als die übrigen Pflanzen wächst. Es ist daher in erster Linie dafür zu sorgen, daß der Hafer entweder durch stickstoffsammelnde Vorfrüchte oder durch den Stalldünger oder endlich durch künstliche Düngemittel, unter denen in erster Linie der Chilisalpeter in betracht kommen wird, genügende Stickstoffmengen erhält, um die übrigen Nährstoffe des Bodens hinreichend für die Produktion verwenden zu können. Da außerdem die steifhalmigen unter den Hafervarietäten eine sehr starke Stickstoffdüngung vertragen können, ohne zum Lagern zu neigen, so eignet sich gerade der Hafer zu extrem starken Stickstoffdüngungen. In den besseren Bodenarten trägt man keinen Anstand, den Hafer mit vier Meterzentner Chilisalpeter pro ha zu düngen, eine Düngung, wie sie vom Roggen oder von der Gerste weder verwertet, noch vertragen werden kann. Ziehen wir demnach das Facit aus den vorstehenden Ausführungen, so kommen wir zu den folgenden Zahlen für die Anwendung der verschiedenen Pflanzennährstoffe:

Kali. 4 Meterzentner Kainit dürften unter allen Umständen genügend für die Produktion einer vollen Halerernte sein, denn in denselben sind 50 kg Kali enthalten, also soviel als einer Mittelernte von 20 Meterzentner Körnern entspricht, und sollte es sich um die Produktion einer

höheren Ernte handeln, so schießt der Boden für den Hafer leicht die fehlende Menge zu.

Phosphorsäure. Eine maximale Hafererernte gebraucht etwa 40, eine mittlere etwa 22 kg Phosphorsäure pro ha; 2 Meterzentner 20prozentigen Thomasphosphats sind deshalb vollkommen ausreichend, um dem Boden einen Ersatz für die entzogenen Phosphorsäuremengen zu liefern. Hat man die Vorfrüchte stark mit Phosphorsäure gedüngt und ist dieses namentlich in Wirtschaften der Fall gewesen, die seit Jahren systematisch mit Phosphaten gedüngt haben, so kommt man für den Hafer auch wohl mit der Hälfte obiger Düngung aus und kann dieselbe unter Umständen auch wohl im Vertrauen auf den Vorrat des Bodens ganz unterlassen.

Stickstoff. Wenn gut geratene stickstoffsammelnde Vorfrüchte voraufgingen, wird man unter Umständen eine Stickstoffdüngung entbehren können, aber es ist wahrscheinlich, daß der Hafer unter mittleren Verhältnissen eine gewisse Beidüngung mit Chilisalpeter gut verwerten wird. Man würde hier raten können, auch wenn der Hafer nach den Stickstoffsammlern steht, 1 Meterzentner Chilisalpeter pro ha zu geben. Sind Stickstoffsammler nicht voraufgegangen und handelt es sich um die Düngung eines einigermaßen ertragsicheren, d. h. nicht allzusehr an Dürre leidenden Bodens, dann wird man ohne Bedenken 2 Meterzentner Chilisalpeter darreichen dürfen. Auch neben einer Stallmistdüngung wird man eine gewisse Beigabe von Chilisalpeter, etwa 1 Meterzentner pro ha, durch den Hafer gut verwertet sehen.

2. Die Fruchtfolge für den Hafer.

Die nachstehenden Ausführungen beschränken sich ausschließlich auf die Fruchtfolgen für den Hafer in Bodenarten, in denen die Kalisalze mit Sicherheit wirken, also für den Moorboden und den Sandboden.

Die von Rimpau-Cunrau, freilich mit manchen, den äußeren Verhältnissen angepaßten Veränderungen auf den Moordämmen eingehaltene Fruchtfolge ist ungefähr folgende:

	Kainit in Meterzentner	Phosphorsäure kg pro ha
1) Hafer	6	60
2) Raps	4	80
3) Roggen oder Gerste	6	80
4) Kartoffeln	9	60—80
5) Hafer	6	40—60
6) Raps	8	80

	Kainit in Meterzentner	Phosphorsäure kg pro ha
7) Roggen oder Gerste	6	80
8) Kartoffeln	9	60—80
9) Raygras	8	60
10) Hafer	6	40

Hierzu mag bemerkt werden, daß die Phosphorsäuredüngung für den Hafer von 5) ab wohl auf die Hälfte eingeschränkt und später wohl ganz fortgelassen werden kann.

In der von Schulz-Lupitz angegebenen Fruchtfolge findet der Hafer nicht so häufig Platz; er ist eine vorzüglich lohnende Frucht für die Moordammkultur, auf leichterem Sande ist er aber doch nicht so lohnend und so sicher als der Roggen und es hat seine volle Berechtigung, daß man in dieser Bodenart den Schwerpunkt auf den Roggenbau verlegt. Hier hat man den Hafer nach den im Kapitel „Roggen" angegebenen Fruchtfolgen, meistens nach Roggen, welchem entweder Stickstoffsammler oder mit Stallmist gedüngte Kartoffeln voraufgingen, angebaut; in den Roggen werden Gründüngungs-Zwischenpflanzen, Lupinen und Serradella, eingesät und der Hafer erhält alsdann, da der Roggen reichlich mit Phosphorsäure und Kainit gedüngt ward, berechtigterweise keine Mineraldüngung; dagegen dürfte es wohl zweckmäßig sein, demselben eine Hülfsdüngung mit 1—2 Meterzentner Chilisalpeter pro ha zu geben, wenn die Bodenbeschaffenheit eine einigermaßen sichere Ausnutzung desselben in Aussicht stellt. Auch nach gedüngten Kartoffeln und gedüngten Kohlrüben hat der Hafer im leichteren Boden eine gute Stelle und es scheint so, als ob er in Lupitz unter diesen Verhältnissen mit gutem Erfolge ohne eine besondere Düngung angebaut werden könnte. Eine kleine Nachhülfe mit Chilisalpeter dürfte aber auch bei dieser Stellung in der Fruchtfolge nicht zu verachten sein.

Will man den Haferbau aus irgend welchen Gründen bevorzugen, so würde sich für diesen Fall folgende Fruchtfolge ergeben:

Leichterer Sandboden	Besserer Sandboden
Lupinen	Erbsen
Roggen	Roggen
Hafer	Hafer
Kartoffeln in Stalldüngung	Kohlrüben gedüngt
Hafer	Hafer
Serradella	Klee
Roggen	Roggen
Hafer	Hafer
Weide.	

3. Bericht über die mit der Anwendung der Kalisalze beim Hafer erzielten Erfolge.

In der Litteratur finden sich außer einigen Berichten über ältere Versuche, welche, zum Teil von falschen Voraussetzungen ausgehend, weniger beweisend sind, folgende Angaben.

a) Versuche auf Moorboden.

Fleischer, Zeitschrift des Vereins für Moorkultur, 1889, Seite 296. Die Kaliphosphatdüngung auf Hochmoorboden erwies sich nur dann als sicher, wenn gleichzeitig eine Stickstoffdüngung gegeben wurde, es sei denn, daß Stickstoffsammler voraufgegangen waren.

	Körner pro ha	Stroh pro ha
Kaliphosphat ohne Stickstoff	700 kg	1900 kg
Kaliphosphat mit Stickstoffdüngung	1417 „	2850 „
Mehr durch Stickstoff	717 „	950 „

Die Wirkung der Kaliphosphatdüngung auf dem Hochmoor trat daher erst mit der Stickstoffdüngung, mit dieser aber in ausgezeichnetster Weise, sodaß der Körnerertrag gerade verdoppelt wurde, in Erscheinung. Auf dem Niederungsmoor, dem sogenannten Grünlandsmoor, ist die Sache bekanntlich anders, denn dort hat man eher mit einem Stickstoffüberschuß, als mit einem Mangel zu kämpfen und die ganze Grundlage der Cunrauer Moorkultur ist ja eine Wirtschaft ohne eine Stickstoffdüngung.

Bäßler, Versuche auf Moorboden, Zeitschrift der Pommerschen Ökonomischen Gesellschaft, 1887, Seite 236. Der Boden enthielt 2,70 % Stickstoff, 0,62 Kali und 0,29 Phosphorsäure. Trotz des hohen Kaligehalts reagierte derselbe auf eine Stickstoffkalidüngung und zwar intensiver als auf die Phosphorsäuredüngung, obgleich man der Zusammensetzung nach das Gegenteil hätte erwarten können:

Ungedüngt	723,0 kg Körner	1293 kg Stroh.
6 Mtr.-Ztr. Kainit	915,6 „ „	2213 „ „
5 Mtr.-Ztr. Thomasphosphat	829,0 „ „	1494 „ „
6 Kainit und 5 Thomasphosph.	1191,6 „ „	2268 „ „

Die Reaktion auf die Kaliphosphatdüngung ist eine vollkommene und man sieht, daß man aus der Beobachtung Wagners über das größere Aufnahmevermögen des Hafers für Kali durchaus nicht für alle Fälle auf eine Unwirksamkeit der Kalidüngung schließen darf. Bemerkenswert ist hierbei, daß der Moorboden, welcher 0,62 % Kali, also eine verhältnismäßig große Menge enthielt, trotzdem noch auf die Kalidüngung reagierte. Auf die Phosphatdüngung reagierte derselbe auch, aber doch nicht ganz so intensiv als auf die Kalidüngung.

Düngungsversuche auf Moorboden von Sterneborg, Landwirtschaftliche Zeitung für Westfalen und Lippe, 1875, Seite 149.

Das Versuchsfeld war ein entwässerter Moorboden, der durch Rajolen mit seiner Sandunterlage gemischt war. Als Kalisalz wurde 80prozentiges schwefelsaures Kalium verwendet. Größe der Parzellen 21 Quadratruten.

	Körner	Stroh
Ungedüngt	40,0 Pfd.	73,0 Pfd.
10 Pfd. schwefelsaures Kalium	23,5 „	52,5 „
10 Pfd. schwefels. Kalium, 18 Pfd. Superph.	110,0 „	234,0 „
18 Pfd. Superphosph.	94,0 „	185,0 „
Ungedüngt	33,0 „	70,0 „

b) Versuche auf leichterem Sandboden.

Auf dem Sandboden liegt eine größere Zahl von Versuchen vor:

Edler, Hannöversche land- und forstwirtschaftliche Zeitung, 1883, Seite 501. Der Versuchsboden war ein Sandboden 5. Klasse, im übrigen aber gut in Kultur. Bei der nachstehenden Rentabilitätsberechnung setzt Edler 200 kg Haferkörner = 16,00 Mark und 100 kg Haferstroh zu 6 Mark (letzterer ist allerdings ein ziemlich hoher, den heutigen Verhältnissen nicht entsprechender Preis, dafür sind allerdings die Körner billiger gerechnet).

	Körner kg pro ha	Stroh kg pro ha	Kosten d. Düngung	Rente Mark
Ungedüngt	1050	1400	—	—
Kainit	1100	1500	15,24	— 1
Kainit und Chili	1300	1700	54,04	+ 8
Kainit, Knochenmehl u. Chili	1500	2500	87,79	+ 50
Mergel, Kainit, Knochenmehl und Chili	1700	2950	87,79	+ 109

Auch an diesem Beispiel ist die Notwendigkeit der gleichzeitigen Zuführung von Kainit und Phosphat zu erkennen, denn die reine Kainitdüngung brachte zwar auch schon eine gewisse Ertragserhöhung hervor, aber dieselbe fand doch noch eine wesentliche Steigerung durch die Knochenmehlbeigabe. Besonders lehrreich ist dieses Beispiel aber dadurch, daß es zeigt, wie die Wirkung der Kainitphosphatdüngung durch die Mergelung gehoben und unterstützt wird, denn an Stelle von 1500 kg Körnern des ungemergelten Feldes erntete man deren 1700 auf der gemergelten Parzelle.

Drechsler, Hannöversches land- und forstwirtschaftliches Vereinsblatt, 1885, Seite 588.

Die Versuche wurden auf einem leichten Sandboden ausgeführt, Vorfrucht waren Kartoffeln, in künstlichem Dünger angebaut:

Ungedüngt	16,2 Mtr.-Ztr. Körner	33,2 Mtr.-Ztr. Stroh
Kainitphosphat	18,7 „ „	34,0 „ „
Dünger ohne Kainit	17,7 „ „	37,1 „ „

Versuche auf leichterem Sandboden:

Ungedüngt	18,3 Mtr.-Ztr. Körner	32,6 Mtr.-Ztr. Stroh
Kainitphoshpat	18,5 „ „	32,1 „ „

Der Ausfall der Versuche wurde durch Regenmangel in ungünstiger Weise beeinflußt.

Untersuchung des Posenschen landwirtschaftlichen Zentralvereins, Posensches landwirschaftliches Zentralblatt, 1885, S. 233.

Siewert-Kroszyn hat früher von Sandboden von $2^1/_2$—3 Morgen eine Fuhre geerntet; seit Einführung der Kaliphosphatdüngung erntet er vom Morgen 28 Scheffel (dieses würde etwa 26 Meterzentner pro ha entsprechen).

Graf v. d. Schulenburg erntete durch die Düngung 1881/82 etwa ein Drittel Hafer mehr. Hinsch, Lachmirowitz, erntete auf Bruchboden 3—12 Meterzentner Haferkörner pro ha und entsprechende Strohmengen mehr.

Von Nathusius-Obornik erntete durch 6 Meterzentner Kainit pro ha 4 Meterzentner Körner mehr.

Pirscher-Welna erntete 1883 durch 6 Meterzentner Kainit 3 Meterzentner Haferkörner mehr; der durch die Düngung gemachte Gewinn betrug 60 M. pro ha.

In der I. Untersuchung der Deutschen Landwirtschaft-Gesellschaft über die Wirkung der Kalisalze, welche der Verfasser bearbeitete, findet sich ein Versuch von Rohrbeck, Letzien, welcher manches Interessante bietet. Der Boden zu den Versuchen war Roggenboden 4—5 Klasse, also wohl ein mäßig lehmiger Sand; Vorfrucht waren Erbsen. Das Ausstreuen des Kainits erfolgte im Februar. Es wurde geerntet pro Morgen:

Versuche von 1884 (gesäet am 3. April):

	Pfd. Körner	Pfd. Stroh
Ungedüngt	906	1320
3 Ztr. Kainit	1020	1160
60 Pfd. Chili	1248	1420
3 Ztr. Kainit und 60 Pfd. Chili	1308	1740
3 Ztr. Kainit, 60 Pfd Chili, 1 Ztr. Superph.	1606	2200

Versuche von 1885 (spät gesäet):

Ungedüngt	860	1500
3 Ztr. Kainit, 1 Ctr. Superph.	960	1400
1 Ztr. Superph., 1/2 Ztr. Chili	1120	1840
3 Ztr. Kainit, 1 Ztr. Superph., 1/2 Ztr. Chili	1160	2040

Aus diesen Versuchen ergiebt sich demnach:

1) Eine einseitige Kainitdüngung hatte keinen oder wenigstens keinen erheblichen und rentablen Nutzen. Es wurde sogar durch dieselbe der Strohertrag deprimiert, was damit übereinstimmt, daß der Versuchsansteller anführt, die mit Kainit einseitig gedüngten Früchte seien früher gereift.
2) Durch eine Beidüngung mit mäßigen Chilisalpetergaben zu Kainit oder Superphosphat wurden rentable Ertragserhöhungen erzielt.
3) Die volle Ertragserhöhung trat aber erst ein, als alle drei Düngemittel gegeben wurden und zwar sowohl im Körnerertrage, wie im Strohertrage.
4) Trotz der stickstoffsammelnden Vorfrucht, Erbse, erwies sich also eine Beidüngung mit mäßigen Chilisalpetergaben als sehr nützlich und rentabel.

c) Versuche auf Lehm- und Thonboden.

Während die Angaben bezüglich des Sand- und Moorbodens einstimmig dahin lauten, daß eine Kainitphosphatdüngung unter Verhältnissen, wo nicht schon eine Übersättigung des Bodens mit Kali eingetreten ist, mit großer Sicherheit wirkt, sind die Angaben über den Lehm- und Thonboden widerspruchsvoller. Es kommt in dieser Bodenart, die von Natur sehr viel reicher als der Sand- und Moorboden an Kali ist, offenbar ausschließlich auf die vorhergegangene Wirtschaftsweise an und in diesem Sinne sind die nachstehend mitgeteilten Versuchsergebnisse zu deuten.

Düngungsversuche des österreichischen Vereins für Versuchswesen von Dr. v. Liebenberg. Mitteilungen dieses Vereins, 1887, Heft II.

Die Versuche sind übersichtlich in umstehender Tabelle, Seite 149, zusammengefaßt.

In den schwereren Bodenarten, den Lehm- und Thonböden, gab die Kalidüngung keinen erheblichen Erfolg für den Hafer, weder bezüglich der Körner, noch auch des Strohs, dagegen ist ein solcher in den leichteren Bodenarten, welche als sandige Lehme bezeichnet werden, nicht zu verkennen, aber die gewonnenen Ertragserhöhungen machen die Ausgaben für die Düngung in diesen Fällen nicht bezahlt, so daß ein erfreuliches Resultat nicht gewonnen wurde.

Düngung 150 kg Chili, 60 kg lösl. Phosphorsäure, 60 kg Kali als Kaliumsulfat.

Nr.	Versuchsort	Bodenbeschaffenheit	Körner M.-C. pro ha				Stroh M.-C. pro ha			
			Ungedüngt	Stickst. u. Phosphors.	Stickst., Phosphors. u. Kali	Mehr durch Kali	Ungedüngt	Stickst. u. Phosphors.	Stickst., Phosphors. u. Kali	Mehr durch Kali
1	Rexing	Milder Lehm	8.6	12.5	11.5	—1.0	17.4	27.5	26.2	—1.3
2	Weißenhof	Sand. lehm. Diluv.	21.5	23.4	23.5	+0.1	49.7	56.9	60.8	+3.9
3	Fahrthof	Bindiger Lehm	8.5	11.3	11.3	+0.0	34.2	42.3	42.9	+0.6
4	Göding	Kalkarmer Thon	21.7	30.1	31.2	+1.1	31.1	45.9	47.5	+1.6
5	Wirchau	Lehmiger Thon	24.0	28.5	29.5	+1.0	62.4	74.1	73.8	—0.3
6	Steinitz	Sandiger Lehm	33.5	30.8	33.0	+2.2	85.0	86.5	87.5	+1.0
7.	Somoodor	Sandiger Lehm	19.2	24.0	25.6	+1.6	30.4	33.6	36.2	+2.6
		Mittel	—	—	—	+0.7	—	—	—	+1.1

Wenn nun diese Versuche ein ermutigendes Resultat nicht ergeben haben, so liegen deren doch eine ziemliche Anzahl für den Hafer in Lehm- und Thonboden vor, aus denen hervorgeht, daß unter Umständen sehr wohl auch in diesen Bodenarten ein Kalidüngerbedürfnis bestehen kann.

Versuche des landw. Vereins Seehausen-Altmark. Zeitschrift der landw. Zentr.-Ver. der Prov. Sachsen, 1884, S. 145.

Der Versuchsboden war ein schwerer Elbaue-Thon der Alands-Niederung. Versuche mit der Anwendung von Chilisalpeter und Phosphaten hatten in demselben selten befriedigende Resultate ergeben und man führte die nachstehenden Versuche aus, um zu prüfen, ob man unter Hinzuziehung des Kainits bessere Erfolge erzielen würde. Wenn auch die Anordnung der Versuche keine vollkommen logische ist, so kann man doch mancherlei aus denselben ersehen. Alle Angaben beziehen sich auf kg pro ein Achtel ha.

Versuch 1:

	Chili	Superph.	Kainit	Ertrag Körner	Ertrag Stroh	Rente M.
Ungedüngt	—	—	—	178	275	—
	15	—	—	190	329	0,01
	30	22,5	90	284	481	4,65
	20	15	60	269	471	8,60

Versuch 2:

	Chili	Superph.	Kainit	Ertrag Körner	Ertrag Stroh	Rente M.
Ungedüngt	—	—	—	90	177	—
	25	—	—	147	245	4,25
	30	22,5	90	246	379	11,58
	20	15	60	190	325	7,71
	—	—	75	104	149	2,74

Versuch 3:

	Chili	Superph.	Kainit	Ertrag Körner	Ertrag Stroh	Rente M.
Ungedüngt	—	—	—	207	288	—
	37,5	—	—	250	353	0,90
	30	20	90	350	528	11,33
	20	15	60	300	417	5,96

Die einseitige Düngung, weder mit Chilisalpeter noch mit Kainit, war also im stande gewesen eine Rente zu bringen, dagegen war solches durch die Kainitphosphatbeigabe in erheblichem Maße der Fall gewesen und bemerkenswert ist außerdem, daß die Düngung mit den stärksten Kainitgaben in der Mehrzahl der Fälle die höchste Rente ergab.

Versuche von v. Knieriem mit verschiedenen Düngungen, aus balt. Wochenschrift durch Biedermanns agric.-chem. Zentralblatt, 1883, S. 744.

Der Boden zu diesen Versuchen war ein Lehmboden mit 32,35 (Vers. 1) und 22,41 % abschlämmbaren Teilen. Er verlor beim Glühen 12,68 bezw. 9,17 Teile, war also nicht humusarm. Er enthielt:

	Versuch 1	Versuch 2
Kali	0,88	0,93
Phosphorsäure	0,15	0,12
Stickstoff	0,40	0,27

Die Resultate der Versuche waren folgende:

Versuch 1:

	kg Körner	kg Stroh	kg Summa (inkl. Spreu)	hl Gewicht
Ungedüngt	41,7	44,9	92,6	52,5
Kali	47,8	52,5	110,4	51,1
Phosphorsäure	89,7	75,1	175,8	49,3
Kali und Phosphorsäure	113,5	94,9	237,5	51,1
Versuch 2:				
Ungedüngt	30,9	28,8	65,0	50,5
Kali	59,3	49,5	112,9	33,0
Phosphorsäure	80,5	71,4	160,6	51,0
Kali und Phosphorsäure	128,6	101,2	271,3	52,5
Kali, Stickstoff und Phosphors.	158,7	151,8	332,9	55,0

Bei diesen Versuchen stellte sich also auch auf den besseren, feinerdreicheren Bodenarten eine sehr deutliche Wirkung zwar nicht der Kalidüngung allein, wohl aber der Kaliphosphatdüngung heraus. Interessant ist auch, daß die Kaliphosphatwirkung das Hektolitergewicht, welches durch die einseitige Düngung herabgedrückt war, wieder auf die ursprüngliche Höhe hob.

Auch diese Versuche beweisen wieder, daß für den Hafer die volle Wirkung der Kaliphosphatdüngung erst dann zum Vorschein kommt, wenn entweder genug Stickstoff im Boden vorhanden ist, oder wenn man denselben in der Düngung zuführt. Man sehe in dieser Beziehung die letzten Zahlen des Versuchs 2 durch.

Über die Frage, ob eine stärkere Kalidüngung zur Vorfrucht auch noch auf den Hafer als Nachfrucht wirkt, führte v. Knieriem ebenfalls Versuche aus, deren Zahlen folgende sind:

Düngung der Vorfrucht	Haferernte				
	Körner	Stroh	Spreu	Summa	Mehrertrag
Ungedüngt	627	1014	84	1725	—
Kali	635	999	77	1711	— 14
Phosphorsäure	773	1204	106	2083	+ 358
Kali und Phosphorsäure	842	1489	58	2389	+ 664
Kali, Phosphors. und Stickstoff	828	1574	90	2492	+ 767

Eine Nachwirkung der Kaliphosphatdüngung ist demnach nicht zu verkennen. Auch die Stickstoffdüngung hat noch etwas, allerdings nur auf den Strohertrag, nachgewirkt. Auffallend ist auch hier die bereits in mehreren anderen Versuchen beobachtete Depression des Strohertrages durch die einseitige Kalidüngung, welche offenbar durch ein zu frühes Absterben der Pflanzen hervorgebracht wird.

4. Kann der Kainit auch durch andere Kalisalze, insbesondere den Carnallit, ersetzt werden?

Hierüber finden sich in den schon oft genannten Untersuchungen der Deutschen Landwirtschaftsgesellschaft einige Angaben, aus denen hervorgeht, daß man den Carnallit mit demselben Erfolge für die Düngung des Hafers verwendet habe als den Kainit, vorausgesetzt, daß man in beiden Düngemitteln die gleichen Kalimengen anwendete. Namentlich dann, wenn der Carnallit neben Stalldünger angewendet werde, sei derselbe trotz seines hohen Gehalts an Chlorverbindungen, welche übrigens für das Getreide als solches weniger schädlich als für die Wurzelfrüchte sind, mit demselben Erfolg als der Kainit anzuwenden. Voraussetzung ist dabei natürlich, daß der Carnallit nicht unter Verhältnissen angewendet wird, wo derselbe auf die Keimung einen ungünstigen Einfluß ausüben kann, also nicht unmittelbar vor oder gar bei der Bestellung oder in einem sehr zur Trocknis neigenden Boden. Beim Roggen ist ja dieses näher besprochen worden und wir verweisen deshalb auf die ausführlichen Ausführungen auf Seite 129. Für

das Sommergetreide hat man allen Grund, wenn man aus irgend welchen Gründen zu Carnallit greift, denselben recht früh, d. h. schon im Herbst oder zeitigem Winter, anzuwenden.

5. Die Zeit der Anwendung der Kalisalze für das Sommergetreide und besonders für den Hafer.

Wenn schon beim Roggen vor einer zu späten Anwendung der Kalisalze als einer unsicheren und den Aufgang des Roggens verlangsamenden, sowie die erste Entwicklung desselben schädigenden gewarnt werden mußte, so ist solches in gleichem Maß der Fall bei der Anwendung für die Sommerhalmfrüchte. Nach den vorliegenden Angaben sind zwar die Kalisalze vielfach auch bei späterer Anwendung von guten Erfolgen begleitet gewesen, aber es liegt nicht eine einzige verbriefte Beobachtung vor, nach welcher diese späte Anwendung irgend welchen Vorteil vor der früheren gehabt hätte. Da man bei den Sommerhalmfrüchten den ganzen Winter über für die Anwendung Zeit hat, so liegt auch kein Grund vor, dieselbe bis zum Frühjahr und zur Bestellung aufzuschieben. Es ist eine einfache Nachlässigkeit, wenn man das Ausstreuen der Kalisalze auf eine zu späte Zeit verschiebt, wo man doch für diese Arbeit Monate zur Verfügung hat. Man kann die Salze auch dreist auf eine mäßig hohe Schneedecke ausstreuen, denn die Gefahr, daß sie beim Auftauen des Schnees von dem gefrorenen Boden in Lösung fortfließen würden, ist eine ganz unbegründete. Man mische einmal Kainit oder Carnallit mit Schnee oder Eis und man wird finden, wie schnell beide Salze Schnee und Eis zum schmelzen bringen und sich durch dieselben, sozusagen, hindurchfressen, bis sie in den Boden gelangen. In der Praxis herrscht übrigens auch fast allgemein der Gebrauch des frühzeitigen Ausstreuens und wenn gelegentlich auch über günstige Resultate einer späteren Anwendung berichtet wird, so geschieht dieses nur, um auch die Zulässigkeit einer späteren Anwendung unter gewissen Verhältnissen, z. B. in einem feuchteren Boden, nachzuweisen, nicht aber um einen Vorzug für diese Anwendungsart in Anspruch zu nehmen. Man wird also das Beste treffen, wenn man die Kalisalze für das Sommergetreide im Laufe des Winters ausstreut.

Daß es auch für das Sommergetreide wünschenswert ist, die Kalisalze unterzupflügen und nicht nur einzueggen, geht aus den für den Roggen bereits gegebenen Ausführungen hervor und wir brauchen an dieser Stelle nichts weiteres hinzuzufügen. Wo Stickstoffsammler als Gründüngung dem Sommergetreide voraufgehen, thut man am besten, die Kalisalze vor dem Unterpflügen derselben auf die Gründüngungspflanzen aufzustreuen, mag nun das Unterpflügen im Herbst oder Frühjahr geschehen.

6. Über die Einwirkung der Kalisalze auf die Entwickelung, die Reife und die Ausbildung der Körner des Hafers.

Über die Einflüsse der Kalisalze auf die Entwickelung des Sommergetreides liegen folgende Angaben vor:

Nur in einem einzigen Falle soll ein früherer Aufgang der Saat eingetreten sein; es dürfte indessen billigerweise zu bezweifeln sein, ob diese Beobachtung richtig ist, denn die konzentrierte Nährstofflösung, welche im Boden durch die Kalisalze erzeugt wird, muß den Keimungsprozeß unter Umständen verlangsamen, wie sie ihn aber beschleunigen soll, ist nicht recht erfindlich. Dagegen wird mehrfach über eine gewisse Verlangsamung des Aufgangs, namentlich, wenn die Kalisalze spät angewendet wurden, geklagt und diese Beobachtung ist gewiß richtig, wenn auch nur unter solchen Verhältnissen, wo im Boden eine konzentriertere Salzlösung entstehen kann, also in trockeneren Lagen.

Es wird ferner hervorgehoben, daß die Anwendung der Kalisalze einen gewissen Schutz gegen das Erfrieren im Frühjahr infolge von Nachtfrösten geboten habe. (Vergl. hierzu Seite 45.)

Daß die mit einer passenden Kainitphosphatdüngung versehenen Pflanzen einen üppigeren Gang der Entwickelung nehmen, breite, schilfartige Blätter ausbilden, stärker und höher im Stroh werden, ist eine selbstverständliche Erscheinung, denn dieselbe fällt zusammen mit dem Bilde einer üppig und reichlich ernährten Pflanze.

Wir kommen nun zu dem Einfluß der Kalisalze auf die Reife des Getreides. Die größere Zahl von vorliegenden Berichten spricht sich dahin aus, daß der Hafer unter dem Einfluß der Kainitphosphatdüngung zu einer späteren Entwickelung neige, der Kainit wirke daher reifeverzögernd und zwar, wie aus mehreren in der Litteratur enthaltenen Angaben hervorgeht, häufig so, daß die Ernte um mehr als zehn Tage hinausgeschoben werde. Diesen Angaben stehen allerdings auch einige gegenüber, aus denen eine unter Umständen eintretende Reifebeschleunigung hervorzugehen scheint. Letztere dürfte indessen kaum als eine typische Wirkung der wirksamen Kalidüngung anzusehen sein; denn, wenn man die vorliegenden Berichte kritisch prüft, so erfährt man, daß die Reifebeschleunigung mehrfach als eine durch die einseitige Kainitdüngung hervorgerufene Erscheinung bezeichnet wird, dann aber nicht allein keinen Nutzen, sondern Schaden im Gefolge gehabt hat. Sehr bezeichnend ist für diese Erklärung der Versuch von Rohrbeck-Letzien (vergl. S. 147), bei welchem durch die einseitige Kainitdüngung zu Hafer zwar eine kleine Erhöhung des Körnerertrags, aber daneben eine sehr bedeutende Erniedrigung des Strohertrags bewirkt wurde; und solcher Beispiele finden sich noch

mehrere. Die Reifebeschleunigung ist somit als eine die Vegetation abkürzende, nachteilige Erscheinung anzusehen und sie kann nur zustande kommen, entweder, wenn es an Feuchtigkeit fehlt, oder wenn nicht alle Nährstoffe in dem Maße, wie sie die Pflanzen gebrauchen, vorhanden sind. Die Reifeverzögerung durch die Kalidüngung ist dagegen eine Erscheinung, welche im Zusammenhang mit den günstigen Wirkungen auf die Vegetation steht, denn eine reichlich ernährte, üppig entwickelte Pflanze wird für die Ausbildung ihres Körpers eine längere Zeit in Anspruch nehmen, als eine schwach entwickelte, und die frühzeitig absterbenden Pflanzen sind immer die mangelhaft ernährten. Darum brauchen wir aber die Erscheinung einer gewissen Reifeverzögerung im allgemeinen auch nicht zu fürchten, denn diese Erscheinung giebt uns eine Gewähr für die Möglichkeit einer höheren Ernte. Nur für klimatische Lagen mit geringen Wärmesummen, wo der Hafer ohnehin schon Gefahr läuft, so spät zu reifen, daß seine Ernte in Frage gestellt wird, mag die reifeverzögernde Wirkung der Kalidüngung unangenehm werden können und man wird hier vielleicht eine gewisse Einschränkung in der Anwendung der Kalisalze, mit welcher freilich ein Verzicht auf die mögliche höchste Ernte begleitet sein dürfte, walten lassen.

Über den Einfluß der Kainitdüngung auf die Entwickelung der Körner, ausgedrückt durch ihr Hektolitergewicht, liegen ebenfalls einige Angaben vor.

So viel steht fest, daß nicht unter allen Umständen durch die Kaliphosphatdüngung schwerere Körner erzeugt werden, denn ungefähr die gleiche Zahl der vorliegenden Mitteilungen (vergl. die zweite Untersuchung der Deutschen Landwirtschaftsgesellschaft in den Jahrbüchern 1891, Bd. 6, S. 33/34) giebt an, daß durch die Kaliphosphatdüngung leichtere Körner erzeugt werden. Man spricht davon: „daß die Körner etwas leichter geworden seien;“ die Körner würden nicht sehr schwer; „es seien ziemlich leichte Körner von einem Hektolitergewicht von nur 34—36 kg geerntet worden“ u. s. w. Auch aus den Versuchen von v. Knieriem (vergl. Seite 150) ist zu ersehen, daß die Kaliphosphatdüngung nicht unter allen Umständen günstig auf das Hektolitergewicht eingewirkt hat.

Diesen Angaben steht allerdings eine etwa ebenso große Zahl gegenüber, daß schwerere Haferkörner durch die Kaliphosphatdüngung geerntet worden seien. Es müssen daher Einflüsse der Düngung existieren, welche günstig und ungünstig auf die Ausbildung der Körner wirken können. In einigen Fällen ist die leichtere Beschaffenheit der Körner dadurch erklärt, daß der Hafer unter dem Einfluß der Düngung zu üppig wuchs und sich lagerte; indessen in vielen anderen steht die Erklärung noch aus. Im allgemeinen kann man indessen annehmen, daß ein den höchsten Ertrag förderndes und ein üppiges Wachstum der Pflanzen anregendes Dünge-

mittel eher eine Neigung zur Ausbildung etwas leichterer als zur Ausbildung besonders gut entwickelter, voller Körner hervorruft. Nur in solchen Fällen, wo alle Nährstoffe gleichmäßig zur Entwickelung beitragen konnten, und wo ein außergewöhnlich üppiges Wachstum nicht eintrat, wird man an eine außergewöhnlich gute Entwickelung der Körner glauben können.

7. Hafer, Litteraturübersicht.

Außer den beim Roggen angeführten größeren Schriften sind im vorstehenden folgende Mitteilungen benutzt:

Düngungsversuche von Edler zu Hafer, Hann. land.- und forstw. Ztg., 1882, S. 501. v. Knieriem, Düngungsversuche, aus der balt. Wochenschrift durch Biedermanns agric.-chem. Zentralblatt, 1883, S. 744. Versuche des landw. Vereins zu Seehausen, aus Zeitschr. des landw. Zentral-Vereins der Prov. Sachsen, 1884, S. 145. Haferdüngungsversuche von Zolla, Annales agronomiques, 1885, S. 34. Haferdüngungsversuche von Drechsler, Hann. land.- und forstw. Ztg., 1885, S. 588. Haferdüngungsversuche von Fleischer, Zeitschr. des Vereins für Moorkultur, 1889, S. 296. Salfeld, Düngungsversuche und Vorschriften, ebendaselbst, 1890. Bäßler, Haferdüngungsversuche, Mitteilungen der Pommerschen Oeconom. Gesellschaft, 1887, S. 236. v. Liebenberg, Haferdüngungsversuche, Mitteilungen des Vereins zur Förderung des landw. Versuchswesens, Heft 2, 1887. v. Knieriem, über die Nachwirkung der Kalidüngung, Balt. Wochenschrift, 1885, durch Biedermanns agric.-chem. Zentralblatt, 1888, S. 101. Mitteilungen praktischer Landwirte der Provinz Posen über die Wirkung der Kaliphosphatdüngung auf Hafer, Zeitschr. des landw. Zentralvereins der Prov. Posen, 1885, S. 233. Düngungsversuche von Julius Lehmann, Amtsblatt für die landw. Vereine des Kgr. Sachsen. Versuche von Brettschneider mit Staßfurter Abraumsalzen, Wildas Landw. Zentralblatt, 1862, Bd. 2, S. 38. Düngungsversuche mit Leopoldshaller Kainit von F. Nobbe, Amtsblatt für die landw. Vereine des Kgr. Sachsen, 1868, S. 32. Weender, Düngungsversuche mit Kalisalzen, von B. Schultz, Journ. für Landw., 1870, S. 228. Düngungsversuche auf Moorboden von Sterneborg, Landw. Ztg. für Westfalen und Lippe, 1875, S. 149. Kalidüngungsversuche von Ebermann, Zeitschr. des landw. Central-Vereins der Prov. Sachsen, 1877, S. 69.

D. Die Anwendung der kalihaltigen Düngemittel zur Gerste.

1. Das Düngerbedürfnis der Gerste.

Über die Anwendung der Kalisalze zur Gerste liegen nur wenige Angaben vor, weil man die anspruchsvollere Gerste weniger auf dem leichteren Sandboden, der eigentlichen Domäne der Kalisalze, anbaut. Auch auf dem Moorboden, in welchem die Kalisalze ebenfalls mit Sicherheit wirken, ist der Anbau von Gerste verschwindend, weil dieselbe bei dem dort meistens herrschenden Stickstoffüberschuß gar zu leicht lagert und hierdurch mißrät. Wir können uns deshalb in unserem Bericht über die Gerste kürzer fassen; nur einige Beobachtungen von P. Wagner werden uns zu einer etwas ausführlicheren Diskussion veranlassen. Im übrigen haben sich die Kalisalze für die Düngung der Gerste in den besseren Bodenarten bis jetzt nicht erheblich eingebürgert und es ist auch kaum zu erwarten, daß dieses demnächst geschehen wird.

Der Kaligehalt einer Gerstenernte von verschiedener Höhe stellt sich folgendermaßen:

		Kali kg	Phosphorsäure kg
Hohe Ernte	(32 Meterzentner Körner pro ha)	15,0	25,0
„ „	(38 „ Stroh „ „)	38,5	6,8
	Summa	53,5	31,8
Mittlere Ernte	(20 Meterzentner Körner pro ha)	9,4	15,6
„ „	(35 „ Stroh „ „)	26,8	4,9
	Summa	36,2	20,5
Niedrige Ernte	(12 Meterzentner Körner pro ha)	5,6	9,4
„ „	(25 „ Stroh „ „)	18,8	2,3
	Summa	24,4	11,7

Hiernach ist die Gerste eine nicht übermäßig kaliführende Pflanze, denn in einer hohen Ernte derselben ist erheblich weniger Kali als in einer verhältnismäßig ebenso hohen Haferernte enthalten. Wir wollen zum Beweise die Zahlen für den Gesamtkalibedarf der Gerste und des Hafers zusammenstellen.

	Hohe Ernte	Mittlere Ernte	Niedrige Ernte	
Gerste	53,5	36,2	18,4	kg Kali pro ha
Hafer	97,4	58,5	38,4	„ „ „ „

Hieraus darf man aber keineswegs schließen, daß die Gerste zu den weniger kalibedürftigen Pflanzen gehört, denn eine Pflanze

kann bei einem verhältnismäßig niedrigen Kaligehalt doch ein verhältnismäßig hohes Kalidüngerbedürfnis haben, wenn ihr die Aufnahme des Kalis durch irgend welche Verhältnisse schwer wird — und dieses scheint in der That bei der Gerste der Fall zu sein. Schon der Umstand, daß dieselbe auf einem kaliarmen Boden nicht gut gedeiht, spricht dafür, daß sie ein großes Kalibedürfnis hat, außerdem liegen aber Versuche von Paul Wagner in Darmstadt über das Kalidüngungsbedürfnis der Gerste vor, aus denen wir folgendes entnehmen können. Das Kalidüngerbedürfnis der verschiedenen Getreidearten muß nach Wagner ein sehr verschiedenes sein, denn auf demselben Boden produzierten bei kalifreier Düngung:

	Lehmboden	Sandboden
Hafer	151	45 g
Roggen	64	35 „
Weizen	62	43 „
Gerste	45	19 „

Der Hafer produzierte also auf einem Boden ohne Kalidüngung am meisten, die Gerste überall am wenigsten und daraus folgt, daß der Hafer unter denselben sonstigen Verhältnissen dem Boden viel, die Gerste aber wenig Kali entnehmen kann und darum muß die Gerste in einem Boden, welcher kaliarm ist, eine besonders starke Kalidüngung bekommen; sie soll die Kalidüngung nach Wagner aber auch schon in einem Boden mit einem mittleren Kaligehalt verwerten. So wurden bei Versuchen desselben in Vegetationsgefäßen geerntet an Mehrertrag gegen ungedüngt:

	Körner g	Stroh g	Summa g
Hafer			
Stickstoff	49	70	119
Stickstoff und Kali	49	70	119
Stickstoff, Kali und Phosphorsäure	57	75	132
Gerste			
Stickstoff	16	25	41
Stickstoff und Kali	24	33	57
Stickstoff, Kali und Phosphorsäure	36	52	88

Aus diesen Zahlen ist zu ersehen, daß der Hafer auf eine reine Kalidüngung (natürlich neben Stickstoff) nicht reagierte, offenbar, weil er im Boden genug Kali vorfand, dagegen die Gerste durch die Kaligabe zu einem erheblichen Mehrertrage von im ganzen 40 % durch die Kalidüngung vermocht wurde. Durch eine Beigabe von Phosphaten wurde endlich die

Gerste ebenfalls zu einer viel höheren Mehrproduktion angespornt als der Hafer, woraus hervorgeht, daß auch ihr Phosphorsäurebedürfnis ein höheres als dasjenige des Hafers ist.

Hieraus folgt, daß man in kalibedürftigeren Bodenarten der Gerste eine stärkere Kali- und auch Phosphorsäuredüngung zu geben hat, als dem Hafer und vielleicht auch in gewissem Maße allen anderen Getreidearten. Jedenfalls muß die Kaliphosphatdüngung beim Anbau der Gerste ganz besonders in den Vordergrund treten.

Es folgt ferner daraus, daß man wahrscheinlich für die Gerste mit der Kalidüngung für Bodenarten, welche sonst nicht auf dieselbe reagieren, Erfolge erzielen wird, wo man durch dieselbe bei anderen Getreidearten nicht die gleichen Wirkungen der Kalisalze erwarten darf. Daß die Kalidüngung in Bodenarten, welche überhaupt für dieselbe disponiert sind, wie solche der sandige Lehm und lehmige Sand sind, eine energische Einwirkung auf die Entwickelung der Gerste besitzt, kann der Verfasser an der Hand von Zahlen, welche er bei Gelegenheit von Felddüngungsversuchen sammeln konnte, nachweisen. Diese Versuche wurden auf den Gütern Falkenrhede, Kerkow, Sammenthin und Marienhof von den Herren Mankiewicz, Fleck, Schulze und Friedländer ausgeführt und ergaben im Durchschnitt folgende Zahlen:

Versuche 1884; Grunddüngung 40 kg Phosphorsäure pro ha.

	Ohne Stickstoffdüngung		
	600 kg Kainit pro ha	Ohne Kainit	
Körnerernte kg pro ha	2163	1980	+ 183
Stroherernte „ „	3126	2663	+ 463
Hektolitergewicht kg	63,3	63,2	+ 0,1
Proteïngehalt %	8,84	9,74	— 0,90
Mehlige Körner %	60,0	34,8	+ 25,2
1000 Körner wiegen g	39,1	39,1	± 0,0
Qualitätszahl*)	3,38	4,00	+ 0,62

	200 kg Chilisalpeter pro ha		
	600 kg Kainit	Ohne Kainit	
Körnerernte kg pro ha	2682	2518	+ 164
Stroherernte „ „	4098	3672	+ 426
Hektolitergewicht kg	63,4	62,5	+ 0,9
Proteïngehalt %	10,02	9,86	+ 0,16
Mehlige Körner %	30,4	24.4	+ 6,0
1000 Körner wiegen g	40,4	38,4	+ 2,0
Qualitätszahl*)	3,50	3,25	— 0,25

*) 1 = hochfein; 2 = fein; 3 = gut; 4 = mittel.

Versuche 1885; Grunddüngung 40 kg Phosphorsäure pro ha.

	Ohne Stickstoffdüngung		
	600 kg Kainit pro ha	Ohne Kainit	
Körnerernte kg pro ha	2520	2183	+ 337
Stroherente „ „	3140	2943	+ 197
Hektolitergewicht kg	66,7	66,0	+ 0,7
Proteïngehalt %	9,23	9,60	— 0,37
Mehlige Körner %	79	78	+ 1
Qualitätszahl	4,0	4,17	+ 0,17

	200 kg Chilisalpeter pro ha		
	600 kg Kainit	Ohne Kainit	
Körnerernte kg pro ha	3023	2891	+ 132
Stroherente „ „	3825	3863	— 38
Hektolitergewicht kg	66,8	65,5	+ 1,3
Proteïngehalt %	9,80	10,13	— 0,33
Mehlige Körner %	78	77	+ 1
Qualitätszahl	4,25	4,17	— 0,08

Zunächst geht aus diesen Zahlen ein deutlicher quantitativer Erfolg der Kainitdüngung sowohl bezüglich des Körner-, wie des Strohertrages hervor, denn es wurden durch die Kainitdüngung mehr geerntet:

	Ohne Stickstoff		Mit Stickstoff		
	Körner	Stroh	Körner	Stroh	
1884	183	463	164	426	kg pro ha
1885	337	197	132	— 38	„ „ „

Mit Ausnahme einer Zahl, nämlich derjenigen für die Stroherente 1885 (hier war durch die einseitige Stickstoffdüngung bereits eine sehr hohe Stroherente erzeugt worden), war demnach die Kaliwirkung eine deutliche gewesen, sodaß der Boden als kalibedürftig für die Gerste bezeichnet werden kann. Unter diesen Verhältnissen wurden auch gewisse qualitative Wirkungen der Kalidüngung beobachtet. Es wurden nämlich:

1) Durch die Kalidüngung Gerstenkörner von einem höheren Hektolitergewicht als ohne dieselbe erzielt; diese Einwirkung war geringer bei der ohne eine Stickstoffdüngung gewachsenen Gerste.

	Ohne Stickstoff		
	1884	1885	
Mit Kainit	63,3	66,7	kg
Ohne Kainit	63,2	66,0	„
Mehr durch Kainit	0,1	0,7	kg

Neben der Stickstoffdüngung, welche das Hektolitergewicht erniedrigte, war die Wirkung des Kainits erheblich stärker:

	Mit Stickstoff 1884	1885	
Mit Kainit	63,4	66,8	kg
Ohne Kainit	62,5	65,5	„
Mehr durch Kainit	0,9	1,3	„

Die durch die Stickstoffdüngung bewirkte Erniedrigung des Hektolitergewichts der Gerstenkörner wurde daher durch die Kainitdüngung vollkommen wieder aufgehoben.

2) Auch der Proteïngehalt der Gerstenkörner wurde (mit einer einzigen Ausnahme) durch die Kainitdüngung erniedrigt:

	Ohne Stickstoff		Mit Stickstoff		
Mit Kainit	8,84	9,23	10,02	9,80 %	Proteïn
Ohne Kainit	9,74	9,60	9,86	10,13 %	„
Weniger — oder mehr + durch Kainit	— 0,90	— 0,37	+ 0,16	— 0,33 %	Protein

Allerdings war der Einfluß ein sehr erheblicher nicht zu nennen und derselbe trat leider bei den mit Stickstoff gedüngten Pflanzen weniger hervor, immerhin ist er aber im Prinzip zu erkennen.

3) Ein Einfluß auf die glasige oder mehlige Beschaffenheit der Körner trat nur in einem Jahre, und dort auch nur bei der ohne Stickstoff gedüngten Gerste hervor, indem 1884 durch die Kainitdüngung die Zahl der mehligen Körner um 25,2 % erhöt wurde. Leider war die Einwirkung neben der Stickstoffdüngung verschwindend.

4) In der Beurteilung durch die Sachverständigen kam die mit Kainit gedüngte Gerste nur in einem Falle merklich besser fort; es wurde ihr 1884 (ohne Kainit) die Nummer 3,38 gegen 4 erteilt (gut, gegen Mittel). Leider erhielt aber die mit Stickstoff und Kainit gedüngte Gerste kein besseres Prädikat als die ohne eine Kainitdüngung in einer Stickstoffdüngung gewachsene.

Im ganzen erhalten wir das Resultat, daß die Kainitdüngung unter Verhältnissen der Kalibedürftigkeit des Bodens nicht allein einen guten quantitativen Erfolg, sondern auch einen gewissen qualitativen Einfluß auf die Körner gehabt hat; letztere bekamen durch dieselbe ein höheres Hektolitergewicht und wurden auch etwas proteïnärmer, aber diese Verhältnisse traten sehr wenig hervor, wenn die Gerste in einer Stickstoffdüngung angebaut wurde.

Eine andere Frage ist es nun aber, ob auch ähnliche Wirkungen der Kalisalze hervortreten werden, wenn die Anwendung derselben in einem kalireicheren Boden erfolgt, wie dieses von P. Wagner angenommen

wird. Hier wird voraussichtlich eine Ertragserhöhung nicht eintreten und es könnte dann als fraglich erscheinen, ob unter Verhältnissen wo ein Kalimangel im Boden nicht existiert, eine Einwirkung auf die Qualität der Gerste erfolgen wird. Über diesen Punkt liegen leider nur die Versuche von Lawes und Gilbert mit langjährig (38 Jahre) auf demselben Felde wiederholtem Gerstenbau vor. Über dieselben ist weiter unten (Seite 168) ausführlich berichtet und wir wollen aus diesem Bericht nur folgendes zur Diskussion heranziehen.

Eine Einwirkung auf die Höhe der Körner-Ernte ist, trotzdem die Versuche seit 38 Jahren ausgeführt wurden, nicht in erheblichem Maße eingetreten; bei der Düngung mit Kaliumsulfat neben Ammonsulfat war dieselbe eben merkbar, aber bei derselben Düngung neben dem Chilisalpeter konnte sie nicht wahrgenommen werden.

Mittel der Versuche von 1852—1889	Körner	Stroh	Hektolitergewicht
Ammonsulfat und Superphosphat	2539 kg pro ha	3012 kg pro ha	65,8 kg
Ammonsulfat, Superphosphat und Kaliumsulfat	2630 „ „ „	3248 „ „ „	67,4 „
Mehr durch Kaliumsulfat	91 kg pro ha	236 kg pro ha	1,6 kg
Chilisalpeter und Superphosphat	2729 kg pro ha	3389 kg pro ha	66,3 kg
Chilisalpeter, Superphosphat und Kaliumsulfat	2740 „ „ „	3593 „ „ „	66,9 „
Mehr durch Kaliumsulfat	11 kg pro ha	204 kg pro ha	0,6 kg

Trotz 38 jährigen Gerstenbaus ohne eine Kalidüngung hatte demnach der Boden noch Kali genug zur Produktion von Gerstenernten besessen; trotz dieses Kalireichtums war aber doch eine gewisse qualitative Wirkung, nämlich bezüglich des Hektolitergewichts der Körner, eingetreten, denn es betrug das Hektolitergewicht mehr durch die Kalidüngung bei:

Ammonsulfat und Superphosphat 1,6 kg
Chilisalpeter und Superphosphat 0,6 „

Eine Einwirkung auf die Beschaffenheit der Körner, trotzdem eine solche auf den Ertrag nicht eingetreten war, ist also nicht zu leugnen.

Ob es sich hierbei aber um eine spezifische Kaliwirkung handelt, ist auch noch nicht entschieden, denn bei den mit Weizen von Lawes und Gilbert ausgeführten Versuchen fand eine Erhöhung des Hektolitergewichts nicht allein durch Kaliumsulfat, sondern in fast gleicher Größe auch durch Natriumsulfat statt, sodaß es sich hierbei auch um eine allgemeine Salzwirkung handeln kann. Es betrug nämlich das Hektolitergewicht des Weizens bei den Versuchen von Lawes und Gilbert:

	1852—1889	1852—1870
Ammonsulfat	71,1 kg	71,25 kg
Ammonsulfat und Superphosphat	71,7 „	71,6 „
Ammonsulfat, Superphosphat und Kaliumsulfat	74,6 „	74,3 „
Ammonsulfat, Superphosphat und Natriumsulfat	73,7 „	73,9 „

Das Kaliumsulfat hatte somit zwar die größte Erhöhung des Hektolitergewichts bewirkt, aber das Natriumsulfat hatte doch auch eine fast ebenso große Erhöhung bewirkt. In den ersten achtzehn Jahren war die Differenz zwischen Natrium- und Kaliumsulfat sogar eine sehr kleine gewesen.

Die Versuche von Lawes und Gilbert entsprechen nun nicht ganz den Verhältnissen der Praxis, insofern als dieselben mit ununterbrochenem Gerstenbau ausgeführt wurden und bei denselben niemals ein Ersatz des Kalis stattfand, denn es wurde innerhalb dieser Zeit auf den betreffenden Parzellen auch keine Stallmistdüngung gegeben und es steht noch zu beweisen, wie sich die Gerste in dem kalireicheren Boden in einer rationellen Fruchtfolge mit einer Stallmistdüngung verhält, denn möglicherweise können hier die Verhältnisse anders liegen. Immerhin muß es aber als ein der Prüfung werter Gesichtspunkt bezeichnet werden, wie die Kalidüngung unter solchen Verhältnissen auf die Gerste wirkt. Als ausgeschlossen kann eine solche Wirkung allerdings nicht von vornherein bezeichnet werden, denn die qualitative Wirkung trat bei den Lawes und Gilbertschen Versuchen hervor, trotzdem eine quantitative Wirkung nicht beobachtet wurde. Die quantitative Wirkung im Lehmboden überhaupt ist allerdings nicht sehr wahrscheinlich und hierüber liegen auch noch Versuche v. Liebenberg und Hanamann (siehe w. u. Seite 165 u. 167) vor, bei denen auch nicht die geringste quantitative Wirkung der Kalidüngung im Lehmboden beobachtet wurde. Dagegen werden weiter unten mehrere Beispiele angeführt, bei denen in leichteren Bodenarten sehr gute quantitative Erfolge erzielt wurden.

Das Phosphorsäurebedürfnis der Gerste ist ebenso wie das Kalibedürfnis ein großes. Zwar gebraucht sie für eine Mittelernte in absoluten Zahlen nicht mehr als der Hafer für eine Maximalernte, welche ja bei der Gerste erheblich niedriger als beim Hafer liegt, sondern sogar weniger Phosphorsäure als dieser, aber nach den Wagnerschen Versuchen kann die Gerste auch die Phosphorsäure nicht mit derselben Leichtigkeit aus dem Boden aufnehmen, wie der Hafer, und es rechtfertigt sich hiernach für die Gerste auch in solchen Bodenarten, welche eine ziemlich große Menge Phosphorsäure enthalten, eine Phosphorsäuredüngung von einer größeren Stärke als für die übrigen Getreidearten.

Die Stickstoffdüngung der Gerste ist den Verhältnissen anzupassen. Beabsichtigt man nur eine Futtergerste zu produzieren, so braucht

man in der Darreichung des Stickstoffs nicht übermäßig vorsichtig zu sein, im Gegenteil, es ist alsdann richtig, so viel Stickstoff zu geben, als die Gerste ertragen kann, ohne sich zu lagern, denn man wird durch die reichliche Stickstoffdüngung eine stickstoffreiche und somit für die Fütterungszwecke sehr wertvolle Gerste produzieren und auch das Stroh wird stickstoffreicher und damit wertvoller werden. Dagegen ist die äußerste Vorsicht in der Stickstoffgabe geboten, wenn man die Erzeugung einer guten Braugerste beabsichtigt. Für diese ist bekanntlich die übermäßige Stickstoffdüngung streng zu vermeiden, weil der Wert der Gerste für Brauerei- und Malzereizwecke sehr von ihrem Proteïngehalt abhängt; es muß danach das Bestreben herrschen, eine möglichst proteïnarme Gerste zu produziren und dieses kann man nur erreichen, wenn man in der Anwendung stickstoffhaltiger Düngemittel maßvoll ist. Man verzichtet damit freilich auf den höchsten Ertrag, der nur durch eine stärkere Stickstoffdüngung zu erzielen ist, aber in Rücksicht auf den für die bessere Qualität herrschenden Vorzugspreis wird man zu dieser Einschränkung gezwungen. Ob man den Schaden, den die hohe Stickstoffgabe bezüglich der Qualität hervorruft, durch eine sehr starke Beigabe von Kalisalzen und Phosphaten beseitigen kann, muß vorläufig noch dahingestellt bleiben, der Verfasser möchte jedoch nach seinen Erfahrungen davor warnen, in dieser Beziehung zu große Hoffnungen zu hegen. — Jedenfalls wird man vorläufig gut thun, auch wenn man für die Gerste eine starke Kali-Phosphatdüngung verwendet, mit der Stickstoffdüngung vorsichtig zu sein. Mehr als 100—150 kg Chilisalpeter pro ha anzuwenden, dürfte im allgemeinen nicht ratsam sein; nach sehr stickstoffzehrenden Vorfrüchten wird man allerhöchstens 200 kg für zulässig erklären können.

2. Die Fruchtfolge für die Gerste.

Dieselbe ist insofern für die kalibedürftige Gerste ungünstig, als letztere mit geringen Ausnahmen als Nachfrucht der dem Boden die größten Kalimengen entziehenden Zuckerrüben oder Kartoffeln angebaut wird und die Gerste dabei einen Boden vorfindet, dem es leicht an den zu ihrem Gedeihen notwendigen Kalimengen fehlen kann.

Die Stellung nach den genannten Feldfrüchten ist aber sonst eine so günstige und von der Natur gegebene, daß daran nichts zu ändern ist. Die beste Braugerste wächst übrigens unzweifelhaft in den intensiven Zuckerrübenwirtschaften nach den Zuckerrüben, und man wird deshalb diese Stellung in der Fruchtfolge auch beibehalten müssen. Daß man daraus, wenigstens für die kaliärmeren Bodenarten, die Verpflichtung zu einer stärkeren Kalidüngung der Gerste ableiten muß, ist schon oben ausführlich dargelegt.

3. Welche Kalisalze sind für die Gerste vorzuziehen?

Hierüber existieren leider nur wenige Versuche. Bei den von Fittbogen mit Gerste in Topfsand-Kulturen nach Hellriegelschem Muster ausgeführten Versuchen kamen Kainit und ein höherprozentiges, größtenteils aus Chlorkalium bestehendes Salz zur Verwendung und Fittbogen (landw. Jahrbücher, Bd. 5, 1876, S. 803) berichtet, daß er mit diesen Salzen so hohe Trockensubstanzmengen von Gerste produziert habe, wie sie in dem gleichen Bodenmedium mit Nährstoffgemischen aus reinen Salzen selten produziert worden seien. In diesen Versuchen haben also die Nebensalze nicht den geringsten Schaden gethan.

Bei einem Düngungsversuch, welchen Dettweiler auf die Veranlassung von P. Wagner ausführte, kamen zum Vergleich nebeneinander schwefelsaures Kalium und Chlorkalium zur Anwendung und es zeigte sich hierbei eine gewisse Überlegenheit des Chlorkaliums, denn es wurde geerntet:

	kg Stroh	kg Körner
Phosphorsäure und schwefelsaures Kalium	3042	2448
„ „ Chlorkalium	3810	2590
Stickstoff, Phosphorsäure und schwefelsaures Kalium	3622	2938
„ „ „ Chlorkalium	3708	3392

In beiden Fällen war also das Chlorkalium dem schwefelsaurem Kalium überlegen gewesen. Was also die Quantität der Ernte anbetrifft, so können die chlorhaltigen Salze unbedingt für die chlorfreien eintreten und auch die Nebensalze derselben schaden entschiedeu dem Ertrage der Gerste nicht, aber es muß noch eine offene Frage bleiben, wie sich bei der chlorhaltigen Düngung die Qualität der Körner, welche bekanntlich für die Wertschätzung eine sehr wichtige Rolle spielt, stellt. Leider liegen Versuche mit reinen Kalisalzen noch nicht vor.

4) Bericht über die mit Kalisalzen zu Gerste ausgeführten Düngungsversuche.

Versuche über die Wirkung der stickstoff-, phosphorsäure- und kalihaltigen Düngemittel zu Gerste. (Mitteilungen des Vereins zur Förderung des Versuchswesens in Österreich, Heft 1 und 2).

Diese im ersten Jahre (1886) in 23, im zweiten Jahre (1887) in 12 verschiedenen Wirtschaften angestellten Versuche wurden derart ausgeführt, daß die einzelnen Parzellen von 100—300 qm Fläche eine Düngung mit 150 kg Chilisalpeter pro ha, 60 kg löslicher Phosphorsäure und 60 kg schwefelsaurem Kali von Staßfurt teils allein, teils im Gemenge

erhielten. Aus den Versuchen haben wir in den nachstehenden Tabellen nur die uns für die Kaliwirkung interessierenden ausgezogen.

Die Zahlen sind ohne weitere Erklärung verständlich.

Versuche des Ver. f. landw. Versuchswesen in Österreich

von v. Libenberg und v. Proskowetz

I. Heft, 1887 (trockenes Jahr).

Nr.	Versuchsort	Bodenbeschaffenheit	Körner M.-C. pro ha				Stroh M.-C. pro ha			
			Ungedüngt	Stickst. u. Phosphors.	Stickst., Phosphors. u. Kali	Mehr + weniger — durch Kali	Ungedüngt	Stickst., u. Phosphors.	Stickst. Phosphors. u. Kali	Mehr + weniger — durch Kali
1	Vrbican	Basalt, Lehm	14.9	16.7	17.1	+0.4	17.7	19.2	21.3	+2.1
2	Kremsier	Hum. Lößlehm	31.6	36.6	35.4	—0.2	36.5	45.0	43.9	—1.1
3	Rabensburg	Sandiger Lehm	24.2	27.3	27.9	+0.6	24.9	32.8	31.4	—1.4
4	Raitz	Alluv.-Lehm	45.6	51.5	50.5	—1.0	45.2	57.8	55.9	—1.9
5	Czernahora	Teichboden	49.1	50.1	51.1	+1.0	66.8	68.8	68.5	—0.3
6	Pleß	Lehmiger Sand	16.7	17.3	17.3	±0	19.7	22.6	20.0	—2.6
7	Raigern	Lößlehm	21.2	22.9	23.3	+0.4	30.2	36.8	37.3	+0.5
8	Mähr. Schönberg	Lehmiger Sand	28.5	30.9	29.5	—1.4	30.9	31.5	31.9	+0.4
9	Großhof-Seelowitz	Dil. Lehm	13.0	11.96	11.0	—0.96	27.8	32.7	32.0	—0.7
10	Tlumatschau-Kwassitz	Lößlehm	35.7	39.1	39.9	+0.8	50.6	49.1	51.4	+2.3
11	Polter	Sandiger Lehm	9.6	12.8	13.1	+0.3	17.1	24.5	25.3	+0.8
12	Wischau I	Hum. Lößlehm	20.13	24.15	239	—0.25	25.59	33.51	33.6	+0.1
13	Wischau II	Lößlehm	18.2	24.0	23.5	—0.50	23.7	32.3	30.6	—1.7
14	Steinitz-Milonitz	Sandiger Lehm	19.7	22.7	23.6	+0.90	29.8	36.8	37.6	—1.1
15	Königswart	Granitsand	25.2	28.5	30.5	—2.0	31.9	39.9	43.6	+3.7
16	Somodor	Sandiger Lehm	17.2	20.0	18.5	—1.5	26.1	30.6	31.0	+0.4
17	Maleschau	Sandiger Lehm	21.5	27.3	26.0	—1.3	33.5	40.5	41.8	+1.3
18	Tribuswinkel	Sandiger Lehm	18.5	23.8	21.8	- 2.0	36.6	43.3	41.5	—1.8
19	Datschitz	Gneißboden	12.8	20.3	18.0	—2.3	17.6	23.3	20.7	—2.6
20	Czellechowitz	Lehmboden	13.8	16.2	20.1	+3.9	19.5	20.0	26.8	—6.8
22	Gr. Herrlitz	Milder Lehm	31.6	32.7	32.6	—0.1	38.4	43.8	43.6	—0.2
23	Wrutitz	Sandiger Lehm	15.2	27.2	29.2	+2 0	20.0	28.0	28.8	+0.8
		Mittel				±0				+0.15

Das Wetter im ersten Versuchsjahre war sehr trocken und wie der Berichterstatter meint, der Wirkung der künstlichen Düngemittel nicht günstig. Indessen geht doch aus den mitgeteilten Zahlen hervor, daß die stickstoff- und zum Teil auch die phosphorsäurehaltigen Düngemittel eine ansehnliche Wirkung hervorbrachten, wie man aus dem Vergleich der Zahlen der ersten beiden Spalten ersehen kann. (Es fand nämlich durch Stickstoff und Phosphorsäure nur bei einem einzigen Versuch eine Ertragserhöhung nicht statt). Man kann daher doch wohl annehmen, daß die Verhältnisse für die Wirkung der Kalisalze in demselben Verhältnis günstig gewesen sein müßten

und daß, wenn die Wirkung nicht eintrat, die betreffenden Bodenarten nicht kalibedürftig und die Düngung mit Kalisalzen für die Gerste eben nicht lohnend war. Daß sie dieses nicht war, ergiebt sich nicht allein aus der Mittelzahl, sondern auch daraus, daß nur in drei von 23 Fällen, nämlich zu Czellechowitz mit 3,9 Meterzentner und zu Wrutitz und Königswart mit je 2 Meterzentner Körner Mehrerträge beobachtet wurden. Letzteren stehen aber auch mehrfach Ertragserniedrigungen von gleicher Höhe gegenüber.

Versuche aus dem Jahre 1887.

Düngung mit 150 kg Chilisalpeter, 60 kg löslicher Phosphorsäure und 60 kg schwefelsaurem Kalium pro ha.

Nr.	Versuchsort	Bodenbeschaffenheit	Körner M.-C. pro ha				Stroh M.-C. pro ha			
			Ungedüngt	Stickst. u. Phosphorf.	Stickst., Phosphorf. u. Kali	Mehr + weniger — durch Kali	Ungedüngt	Stickst. u. Phosphorf.	Stickst., Phosphorf. u. Kali	Mehr + weniger — durch Kali
1	Raigern	Dil. Lehm	22.6	27.3	27.1	—0.2	33.8	43.4	45.0	+1.6
2	Göding	Kalkig. Lehm	27.6	32.0	27.0	—5.0	34.5	39.6	36.2	—3.4
3	Kremsier	Lößlehm	21.0	25.8	25.4	—0.4	28.7	34.5	38.5	+4.0
4	Kwassitz	Hum. lösl. Thon	23.8	25.7	25.0	—0.7	41.2	48.9	47.7	—1.2
5	Wischau	Hum. Lößlehm	16.7	21.6	21.0	—0.6	22.0	27.6	27.3	—0.3
6	Steinitz	Sandig. Lehm	13.3	18.6	20.6	+2.0	24.2	35.5	37 5	+2.0
7	Jungbunzlau	Lehmig. Sand, darunt. Thon	33.0	34.2	35.3	+1.1	62.7	72.1	81.9	+9.8
8	Mähr. Schönberg	Lehmig. Sand, darunt. Lehm	24.7	27.5	27.7	+0.2	42.8	52.4	57.4	+5.2
9	Somodor	Sandig. Lehm, darunt. Thon	10.3	10.5	11.8	+1.3	22.8	30.8	30.5	—0.3
10	Poltar	Sandig. Lehm, auch Lößlehm	13.3	16.8	16.7	—0.1	18.7	24.9	26.2	+1.3
11	Herczeghalom	Milder Lehm	10.4	15.3	11.3	—4.0	18.0	18.5	18.5	+0.0
12	Illok	?	17.9	24.3	15.3	—9.0	33.4	37.0	30.8	—6.2
		Mittel				—1.28				+1.04

Die Versuche des Jahres 1887 verliefen dagegen ohne Vorwurf und das Wetter war dem Gedeihen der Gerste und der Wirkung der künstlichen Düngemittel sehr günstig; trotzdem haben auch in diesem Jahr die Kalisalze eine nennenswerte Wirkung nicht ausgeübt. Nur in drei Fällen, im lehmigen Sand und sandigen Lehm zu Steinitz, Jungbunzlau und Samodor haben sie eine kleine Ertragserhöhung hervorgebracht.

Im allgemeinen ist daher das Resultat für die Anwendung der Kalisalze nicht gerade ermutigend zu nennen, wenigstens in den besseren Bodenarten, welche offenbar im großen Durchschnitt bei der jetzigen wirtschaftlichen Lage so viel Kali enthalten, daß selbst kalibedürftigere Pflanzen, wie die Gerste, in denselben nicht Mangel leiden. Leider ist die Qualität bei diesen Versuchen nicht berücksichtigt.

Versuche über die Wirkung des Kalis im Lößmergel für Gerste führte auch Hanamann aus (Österr.-Ungar. Zeitschr für Zuckerindustrie, 1888, S. 574).

Der Boden enthielt 19,2 % Feinerde, kalte 10proz. Essigsäure löste aus dem Boden 0,088 % Kali, 10proz. Salzsäure 0,194 %; der Boden enthielt daher keine übermäßig großen, jedenfalls keine abnormen Kalimengen, trotzdem reagierte er auch für Gerste nicht auf die Kalidüngung, wie nachstehende Zahlen lehren.

	Korn g	Stroh g	
Ungedüngt	11,60	21,85	pro Vegetationsgefäß
Kali	12,55	21,33	" "
Phosphorsäure	13,47	20,59	" "
Kali und Phosphorsäure	13,37	23,46	" "
Stickstoff und Phosphorsäure	15,34	25,75	" "
Stickstoff, Phosphors. und Kali	15,31	25,06	" "

Ein Erfolg der Kalidüngung war weder bei alleiniger Darreichung, noch auch bei derjenigen neben der Anwendung von Stickstoff und Phosphorsäure wahrzunehmen.

Dagegen zeigte die Kalidüngung bei Versuchen von v. Knieriem (balt. Wochenblatt, durch Biedermann agric.-chem. Zentralblatt, 1888, S. 101) in einem aus einem wenig lehmigen Sand bestehenden Boden für Gerste sehr gute Erfolge.

Der Boden enthielt nur 9,24 % abschlämmbare Teile und 0,23 % Kali, 0,18 % Kalk und 0,03 % Phosphorsäure. Vorfrucht war dreijähriger Klee, woraus es sich erklärt, daß die Stickstoffdüngung bei v. Knieriems Versuchen nicht allein keinen Erfolg, sondern sogar eine Ertragserniedrigung im Gefolge hatte. Die Düngung wurde acht Tage vor der Bestellung gegeben; die Witterung war zuerst sehr naß, dann sehr heiß, im allgemeinen aber fruchtbar und der Wirkung der künstlichen Düngemittel günstig. Die Phosphorsäurepflanzen starben zuerst ab. Gedüngt wurde mit 4 kg Kali und ebensoviel Phosphorsäure pro Loofstelle; die Zahlen beziehen sich auf kg pro Loofstelle:

	Körner	Stroh	Spreu	Summa	Mehr durch Kali
Ungedüngt	529	585	67	1181	—
Kali	599	646	80	1325	144
Phosphorsäure	706	806	84	1596	415
Kali und Phosphorsäure	907	833	116	1856	675

In dem leichten Boden hatte daher schon die einseitige Kalidüngung einigen Erfolg, noch mehr aber die neben Phosphorsäure gegebene gehabt.

Endlich ist noch über Versuche von Dircksen und Sebelin, ausgeführt zwölf Jahre hintereinander im Versuchsgarten der landw. Lehranstalt Aas bei Christiania in Norwegen, zu berichten. Es wurde geerntet in Verhältniszahlen im Mittel der zwölf Jahre:

	Körner	Stroh
Ungedüngt	100	100
Ammonsulfat	142	134
Superphosphat	131	122
Kaliumsulfat	104	106
Ammonsuperphosphat	145	135
Ammonsulphat und Kaliumsulfat	131	129
Superphosphat und Kaliumsulfat	150	140
Ammonsuperph. und Kaliumsulf.	228	208

Die Versuchsansteller folgern hieraus:

1) Die Kalidüngung allein hatte für die Gerste keinen Nutzen, dagegen war der Boden durch den Anbau der Gerste sehr phosphorsäure- und stickstoffhungrig geworden.

2) Dagegen erhöhte eine Kaligabe neben Phosphorsäure und Stickstoff den Ertrag in sehr bedeutender Weise, nämlich:

den Körnerertrag von 145 auf 228
„ Strohertrag „ 135 „ 208

3) Die einseitige Kalidüngung erhöhte den Strohertrag mehr als den Körnerertrag, dagegen wirkte eine Stickstoff- und Phosphorsäuregabe, ebenso auch wie die volle Düngung, mehr auf die Erhöhung des Körnerertrages ein (?)

Versuche von Lawes und Gilbert über andauernden Gerstenanbau auf einem schweren Lehmboden (Memoranda of the field and other d'Experiments at Rothamsted, 1891).

Diese Versuche sind deshalb von höchstem Interesse, weil dieselben jetzt bereits 40 Jahre hintereinander teils auf vollkommen ungedüngtem, teils mit verschiedenen Düngungen versehenem Lande ausgeführt sind. Wir lassen zunächst die Zahlen derselben für die ganze Versuchszeit und sodann auch für die beiden letzten Versuchsjahre 1889 und 1890 folgen. Namentlich die letzteren sind interessant, insofern aus denselben hervorgeht, an welchen Stoffen der Boden durch den fortgesetzten Gerstenbau vorwiegend verarmte und auf welche Stoffe der Düngung derselbe vorwiegend reagierte.

	Körner kg pro ha			Stroh kg pro ha		
	1852-1889	1889	1890	1852-1889	1889	1890
Dauernd ungedüngt	980	646	772	1178	659	785
224 kg Ammonsulfat	1697	1307	1459	2024	1475	1554
224 „ „ 440 Superph.	2539	2033	2017	3012	2370	2024
224 „ „ 224 Kaliumsulfat	1872	1168	1377	2275	1600	1648
224 „ „ 440 Superph., 224 Kaliumsulfat	2630	2048	2864	3248	2667	2981
335 kg Chilisalpeter	1903	1495	1801	2401	1679	1773
335 „ „ 440 Superph.	2729	2388	2893	3389	2850	2855
335 „ „ 224 Kaliumsulfat	1985	1447	1675	2636	1742	1899
335 „ „ 440 Superph., 224 Kaliumsulfat	2740	2107	2670	3593	2730	2997

Aus diesen Versuchen ist folgendes zu ersehen:

1) Der Boden war durch den lange fortgesetzten Gerstenbau sehr stickstoff- und phosphorsäurebedürftig geworden, denn der Ertrag an Körnern wurde durch die Stickstoffdüngung im Mittel der sämtlichen Versuchsjahre von 980 kg pro ha auf 1697 kg durch Ammonsulfat und auf 1903 durch Chilisalpeter gehoben; in gleicher Weise wirkte die Phosphorsäuregabe neben dem Stickstoff ertragerhöhend, da der Ertrag durch dieselbe auf 2539 (Ammonsulfat) bezw. auf 2729 kg gesteigert wurde.

2) Dagegen zeigte die neben der Stickstoff- und Phosphorsäuredüngung gegebene Düngung mit Kaliumsulfat keine erheblichen quantitativen Erfolge, denn es war der Ertrag:

	Ammonsulfat und Superph.	Chilisalpeter und Superph.
Ohne Kali	2539	2729 kg Körner.
Mit Kaliumsulfat	2630	2740 „ „

3) Ebensowenig war im Strohertrage eine nennenswerte Differenz vorhanden.

4) Nur in einem Jahre (1890) wurde der Ertrag einer Düngung mit Ammonsulfat und Superphosphat durch eine Beigabe von Kaliumsulfat von 2033 auf 2864 kg gesteigert, da indessen bei der Düngung mit Chilisalpeter dieselbe Steigerung nicht eintrat (die Erträge waren 2893 ohne und 2670 kg mit Kaliumsulfat), so muß man hier bei dem allen übrigen Ergebnissen widersprechenden Ausfall an einen Versuchsfehler glauben.

5) Bezüglich des Hektolitergewichts der geernteten Körner ist folgendes zu bemerken:

Es wog ein Hektoliter kg:

	Hektolitergewicht 1852—1889 kg	1889 kg	1890 kg
Dauernd ungedüngt	64,7	63,8	65,9
Ammonsulfat	64,7	64,6	66,1
„ und Superphosphat	65,8	64,1	66,9
„ „ Kaliumsulfat	65,5	66,6	66,1
„ „ Superphosphat und Kaliumsulfat	67,4	64,7	68,5
Chilisalpeter	64,6	65,8	67,8
„ und Superphosphat	66,3	64,0	67,7
„ „ Kaliumsulfat	65,3	65,6	67,8
„ „ Superphosphat und Kaliumsulfat	66,9	65,0	67,8

Aus diesen Zahlen geht hervor, daß im Durchschnitt der Jahre eine neben Ammonsulfat und Superphosphat erfolgende Düngung mit Kaliumsulfat das Hektolitergewicht nicht unbedeutend, nämlich von 65,8 auf 67,4 kg erhöhte, und wenn diese Erhöhung auch in dem Jahre 1889 ausblieb, so ist sie bei ihrer Wiederkehr im folgenden Jahre doch als eine typische zu bezeichnen.

Dagegen war die Erhöhung des Hektolitergewichts nicht in gleichem Maße bei der neben Chilisalpeter erfolgenden Düngung mit Kaliumsulfat zu konstatieren, denn im Durchschnitt wog ein Hektoliter der mit Chilisalpeter und Superphosphat gedüngten Gerstenkörner 66,3 kg und wurde durch das Hinzukommen des Kaliumsulfats nur auf 66,9 kg erhöht. Im Jahre 1889 wog ein Hektoliter mit obigen Düngungen gewachsener Gerstenkörner 64,0 bezw. 65,0 kg, sodaß hier eine kleine Erhöhung vorliegt, dieselbe war aber im darauffolgenden Jahre nicht vorhanden (67,7 gegen 67,8 kg).

Da das Hektolitergewicht der mit Ammonsulfat gedüngten Gerste durchschnittlich etwas höher als dasjenige der mit Chilisalpeter gedüngten ist, so kann man wohl sagen, man erreicht durch die Kalidüngung bei der Gerste ein um 0,5—0,7 kg höheres Hektolitergewicht, während im Ertrage die Kalidüngung nicht erheblich zum Ausdruck kommt, und sich jedenfalls bei den Versuchen von Lawes und Gilbert nicht bezahlt gemacht hatte.

Diese mit dem einseitigen Gerstenbau gemachten Erfahrungen sind natürlich nicht ohne weiteres auf ein in einer bestimmten Fruchtfolge bebautes Feld zu übertragen, denn es ist wahrscheinlich, daß dasselbe z. B. durch den Anbau von Zuckerrüben und Kartoffeln in seinem Kalivorrat so stark in Anspruch genommen wäre, daß es nunmehr für die Gerste auf eine Kalidüngung reagiert hätte; dagegen ist aber anzuführen, daß in

diesem Falle durch die Stallmistdüngung wenigstens ein teilweiser Ersatz des dem Boden entzogenen Kalis stattgefunden haben würde, sodaß im Grunde die von Lawes und Gilbert mit der Gerste, einer nach Wagner außerordentlich kalibedürftigen Pflanze, ausgeführten Versuche doch eine große Beweiskraft in dem Sinne besitzen, daß ein guter Lehmboden sehr lange Gerste ohne irgendwelche Kalidüngung produzieren kann, denn der einzige Vorteil der Kalidüngung hat bei den Versuchen von Lawes und Gilbert in einer kleinen Erhöhung des Hektolitergewichts gelegen.

Düngungsversuch mit Kalisalzen zu Gerste, ausgeführt von A. Dettweiler-Wietersheim, referiert von P. Wagner (Zeitschr. für die landwirtschaftlichen Vereine im Großherzogtum Hessen, 1876, S. 128.

Die Versuche wurden auf einem leichten Lehmboden ausgeführt; der Boden hatte im Sommer 1872 Kartoffeln getragen, war darauf mit Stallmist und 13 kg löslicher Phosphorsäure pro Morgen zu Roggen gedüngt, hatte alsdann 2,5 kg Stickstoff und 13 kg Phosphorsäure zu Weizen erhalten, worauf dann im Sommer Gerste mit nachstehender Düngung angebaut wurde. Ein 1,5 ha großes Feld wurde in 6 Parzellen geteilt, so daß jede derselben ein Achtel ha (0,5 Morgen) umfaßte.

Parzelle	Düngung	Gehalt der Düngung pro ha			Ertrag pro ha	
		Phosphorsäure kg	Kali kg	Stickstoff kg	Stroh kg	Körner kg
1	Phosphorsäure	12,5	—	—	3042	2238
2	Phosphorsäure u. schwefels. Kalium	12,5	13,76	—	3392	2448
3	Phosphors. u. Chlorkalium	12,5	13,76	—	3810	2590
4	Phosphorsäure u. Stickstoff	12,5	—	2,5	3954	2866
5	Phosphorsäure, Stickstoff u. schwefels. Kalium	12,5	13,76	2,5	3622	2938
6	Phosphorsäure, Stickstoff u. Chlorkalium	12,5	13,76	2,5	3708	3392

Auch ohne die Anwendung von Stickstoff wurde demnach bei diesen Versuchen der Ertrag sowohl bezüglich des Strohs, wie auch der Körner durch eine Beigabe von Kalisalzen erhöht, und zwar durch Chlorkalium mehr als durch schwefelsaures Kalium. Diese Ertragserhöhung wurde aber noch bedeutender bei Anwendung von Stickstoff (es ist sehr wahrscheinlich, daß, wenn noch größere Stickstoffmengen verwendet wären, der Ertrag noch höher gewesen sein würde).

Auch hier war wiederum die Düngung mit Chlorkalium derjenigen mit schwefelsaurem Kalium überlegen gewesen, und es bestätigt sich hier-

mit die schon oft ausgesprochene Ansicht, daß bezüglich der zu erzielenden Erträge ein Ersatz der schwefelsauren Verbindungen durch die Chlorverbindungen eintreten könne. Wie sich aber dabei die Qualität der Gerste, auf welche es bekanntlich bei der Preisstellung sehr ankommt, gestaltet, ist leider weder bei diesen noch bei anderen Versuchen berücksichtigt, sodaß wir hier noch vor einer ungelösten Frage stehen.

5. Litteraturübersicht über die mit Gerste ausgeführten Versuche.

Wagner, Kaliphosphatdüngung, Selbstverlag des Verf., 1889. Mitteilungen des Vereins zur Förderung des landw. Versuchswesens in Österreich, 1886 und 1887. v. Knierim, Versuche über Gerstendüngung aus der balt. Wochenschrift durch Biedermanns landw. Zentralblatt, 1888, S. 111. Hanamann, Versuche über Gerstendüngung in Loßlehmboden, Österr.-Ungar. Zeitschrift. für Zuckerindustrie, 188, S. 574. Lawes und Gilbert, Versuche über den dauernden Anbau von Gerste. Memoranda of the origin, plan and results of the field experiments at Rothamsted, 1891. Zwöfjährige Gerstenversuche der landw. Akademie Aas bei Christiana von Dircks und Sebelin, Biedermanns agric.-chem. Zentralblatt, 1890, S. 811.

Ältere Versuche: Düngungsversuche mit Staßfurter Abraumsalzen zu Gerste von J. Lehmann, Amtsblatt für die landw. Vereine Sachsens, 1862, Nr. 6. Düngungsversuche mit Staßfurter Abraumsalzen, ausgeführt von Schulze-Schulzendorf. Düngungsversuche mit Kalisalzen zu Gerste, ausgeführt von A. Dettweiler, Wieterheim, referiert von P. Wagner. Zeitschrift für die landw. Vereine im Großherzogtum Hessen, 1876, S. 128. Topfkulturversuche mit Gerste von Fittbogen, landw. Jahrbücher, 1876, Bd. 5, S. 802.

III. Die Anwendung der Kalisalze zu den stickstoff-sammelnden Pflanzen (Leguminosen).

A. Lupinen.

Die Lupine ist eine ziemlich stark kalizehrende Pflanze, wie sich aus den Mengen von Kali, welche dieselbe dem Boden entzieht, ergiebt. Zum Vergleich stellen wir gleich die dem Boden durch Lupinenernten von verschiedener Höhe entzogenen Phosphorsäuremengen gegenüber.

	Körner	Stroh	Kali	Phosphorsäure
Hohe Ernte	24 Mtr.-Ztr.	25 Mtr.-Ztr.	71,7 kg	40,4 kg
Mittelernte	15 "	20 "	52,5 "	26,3 "
Niedrige Ernte	10 "	15 "	38,0 "	18,0 "

Die Lupinen stehen demnach im Kali- und Phosphorsäurebedürfnis den Getreidearten sehr nahe und hinter denselben keinenfalls zurück.

Interessant ist es nun, daß das Düngerbedürfnis der Lupinen mit den Mengen von Nährstoffen, welche in einer Ernte derselben enthalten sind, durchaus nicht zusammenfällt, und gerade die Lupine bietet das schlagendste Beispiel, daß Düngerbedürfnis und die in den Ernten enthaltenen Nährstoffe nicht mit einem Maße gemessen werden dürfen. Die Lupinen sind nämlich, wie weiter unten an zahlreichen Beispielen nachgewiesen werden soll, außerordentlich dankbar für eine Kalidüngung und haben demnach ein sehr starkes Kalidüngerbedürfnis; sie gedeihen in einem kaliarmen Boden nur, wenn sie durch eine Kalidüngung den ihnen notwendigen Kalivorrat erhalten und haben eine offenbar nur verhältnismäßig geringe Lösungskraft für die in dem Boden enthaltenen, schwerer löslichen Kaliverbindungen; dagegen reagieren sie auch in einem außergewöhnlich phosphorsäurearmen Boden durchaus nicht auf eine Phosphorsäuredüngung. Schultz-Lupitz teilt hierüber Erfahrungen mit, welche er auf seinen „Lupinenwiesen“ gemacht hat. Es wurde von ihm ein Ackerstück zu dauerndem Lupinen-

bau angelegt und auf diesem mit einer Düngung von 6 Meterzentner Kainit pro ha und Jahr (das Stück war ungemergelt) seit nunmehr zwanzig Jahren hohe Lupinenernten bis zu 18 Meterzentner pro ha, je nach der Jahreswitterung, gewonnen. Von Zeit zu Zeit wurde die Phosphorsäuredüngung auf diesem Ackerstück versucht, aber immer mit einem vollkommenem Mißerfolge, so daß dieselbe bald ganz aufgegeben wurde, ohne daß bis jetzt ein Sinken oder eine Unsicherheit in der Lupinenernte eingetreten wäre. Diese Erscheinung ist nicht anders zu erklären, als daß die Lupinen, so schwach ihr Assimilationsvermögen für das Bodenkali ist, ein um so stärkeres für die im Boden enthaltene, anderen Pflanzen nicht mehr zugängliche Phosphorsäure besitzen müssen. Es folgt daraus, daß man die Lupinen einseitig mit Kali düngen soll, denn die Anwendung der Phosphorsäure ist für dieselben nutzlos und unrentabel; man spare die Phosphorsäure für andere, phosphorsäurebedürftige Gewächse auf, aber man verwende sie nicht unnötigerweise für die Lupinen.

Eine kleine Phosphorsäurewirkung scheint allerdings nach fast zwanzigjährigem Anbau der Lupinen auf den sogenannten Lupinenwiesen eingetren zu sein, denn Schultz-Lupitz erntete:

	Körner	Stroh und Spreu pro ha
600 kg Kainit, 800 kg Phosphoritmehl	1298 kg	3342 kg
600 „ Kainit allein	1158 „	3022 „

Ein kleiner Mehrertrag wurde somit durch das Phosphoritmehl hervorgebracht, dieser aber konnte auch vielleicht durch den darin enthaltenen Kalk verursacht sein; da aber die 800 kg Phosphoritmehl etwa 30 Mark kosteten, so ist von einer Rente der Phosphorsäuredüngung in diesem Fall nicht die Rede. Die Fortsetzung der Versuche ohne eine Phosphorsäuredüngung beweist auch noch in jedem neuen Versuchsjahr, daß man seit nunmehr 26 Jahren ohne eine Phosphorsäuredüngung, rein mit Kaligaben, hohe Lupinenerträge erzeugen kann.

Daß die Lupinen einer Stickstoffdüngung nicht bedürfen und daß es ganz widersinnig wäre, eine solche denselben darzureichen, versteht sich von selbst, denn man baut ja die Lupinen an, um ihre stickstoffsammelnde Kraft, d. h. ihre Fähigkeit, Stickstoff aus gasförmigem Zustande in gebundene Form überzuführen, gebührend auszunutzen. Eine Stickstoffdüngung für dieselben hat übrigens auch keine Wirkung, wie deutlich aus einem Versuch von Fittbogen an der landw. Versuchsstation Dahme hervorgeht:

Es wurde geerntet:

20 Pfd. Kainit	114,7 Pfd. Lupinenheu
20 Pfd. Kainit und 10 Pfd. Stickstoffhaltiges Superphosphat	117,0 „ „
	+ 2,3 Pfd. Lupinenheu.

Die Mehrernte durch die Stickstoff- und Phosphorsäuredüngung ist daher so geringfügig, daß dieselbe wohl innerhalb der Fehlergrenze liegt.

Die Frage der Stickstoffdüngung für die Lupinen ist daher längst abgethan; es kommt bei denselben nur darauf an, daß in dem Boden der die Knollen an den Wurzeln erzeugende Bacillus anwesend ist, durch welchen die Lupinen die Fähigkeit erhalten, unabhängig von dem Bodenstickstoff, den freien Stickstoff zu assimilieren. Fehlt es an diesem Bacillus, so kann man denselben, beiläufig bemerkt, nach den neueren Erfahrungen durch Aussäen eines gewissen Quantums einer Erde, in der derselbe vorhanden ist, dem Boden einimpfen.

Daß die Kalidüngung für die Lupinen unter allen Umständen wirksam und wirtschaftlich richtig ist, wo man eine Kaliarmut des Bodens voraussetzen kann, steht über allem Zweifel. In den Berichten, welche auf die Veranlassung der Deutschen Landwirtschaftsgesellschaft über die Wirkung der Kalisalze zu den verschiedenen Feldfrüchten eingesammelt und von dem Verfasser bearbeitet wurden, findet sich nicht eine einzige Stimme, welche sich gegen die Anwendung der Kalisalze bei Lupinen ausspräche — im Gegenteil, mit großer Übereinstimmung wird hervorgehoben, daß die Lupinen für die Kalidüngung außerordentlich dankbar seien und daß es mit derselben gelinge, selbst auf dem trockensten, sterilsten Sandboden sehr hohe Lupinenerträge zu gewinnen.

In den Kalisalzen hat man außerdem ein sicheres Mittel, um die Lupinen an Stellen, wo sie zu versagen beginnen, wieder zu einem sehr erfreulichen Wachstum zu vermögen. Dieses hängt natürlich damit zusammen, daß in solchen Fällen eine Erschöpfung des Vorrats des Bodens an Kali eingetreten war, welche durch die nun ausgeübte Kalidüngung gehoben wurde.

Endlich wird auch bemerkt, daß sich die mit Kali gedüngten Lupinen auf sehr trockenen Feldern gegen die Wirkung des Wassermangels sehr widerstandsfähig zeigen und grün und kräftig entwickelt bleiben, während die daneben stehenden, ohne eine Kalidüngung gelassenen Lupinen der Dürre längst erlagen.

Bei dieser Sachlage kann es fast überflüssig erscheinen, die Wirkung der Kalidüngung für Lupinen in Zahlen zum Ausdruck zu bringen, und es mag auch der Vollständigkeit halber nur ein Versuch von Fittbogen angeführt werden, um zu zeigen, wie die Lupinenernten durch die Kalidüngung unter Umständen mehr als verdoppelt werden können:

Ungedüngt kg Heu pro ha	2408
400 kg Kainit pro ha	4588
400 kg Kainit und 400 kg Kalk pro ha	5680

Die Ertragserhöhungen durch die Anwendung des Kainits sind somit sehr hohe und rentable gewesen, so daß an dem Nutzen der Anwendung von Kainit nicht im mindesten zu zweifeln ist.

Es handelt sich nun darum, welche Kalisalze mit größtem Vorteil für die Lupinen zur Anwendung zu bringen sind. Hierüber liegen zunächst Mitteilungen aus den vielgenannten Untersuchungen der Deutschen Landwirtschaftsgesellschaft über die zweckmäßigste Anwendung der Kalisalze in der Praxis vor. Aus denselben geht hervor, daß man vielfach den chlorreichen Carnallit mit Erfolg zur Düngung der Lupinen verwendet; ja es scheint so, als ob die chlorhaltigen Salze für die Lupinen sogar besser seien als die chlorfreien. Hierüber können wir Zahlen aus Fittbogens und Schultz-Lupitz's Versuchen bringen.

Schultz-Lupitz verglich den Krugit, ein bekanntlich aus schwefelsaurem Kalium, Calcium und Magnesium bestehendes, fast vollkommen chlorfreies Mineral mit dem bekanntlich etwa 48 % Chlorverbindungen enthaltendem Kainit und erhielt:

600 kg Krugit	966 kg Körner	2254 kg Stroh und Spreu pro ha
600 „ Kainit	1158 „ „	3022 „ „ „ „ „
Mehr durch Kainit	192 kg Körner	768 kg Stroh und Spreu pro ha.

Der chlorhaltige Kainit hatte somit eine deutliche Überlegenheit über den chlorarmen Krugit gezeigt.

Die Versuche von Fittbogen lassen zwar keinen Vergleich zwischen chlorhaltigen und vollkommen chlorfreien Salzen zu, aber sie beweisen die Nützlichkeit der Anwendung des chlorreicheren Carnallits gegenüber dem Kainit. Es wurde geerntet:

Ungedüngt	2408 kg Lupinenheu pro ha
400 kg Kainit	4588 „ „ „
400 „ Carnallit	5388 „ „ „
400 „ Fabriksalz	5780 „ „ „

Dagegen gaben 600 kg Carnallit nur 4040 kg Lupinenheu; dieser Minderertrag dürfte jedoch wohl auf einen Versuchsfehler zurückzuführen sein. Im allgemeinen sind also die Zahlen Fittbogens für den Carnallit nicht ungünstig. Das angewendete Fabriksalz enthielt 20,67 % Kali und etwa 60 % Chlorverbindungen. (34,89 % Chlor.)

Dasselbe hatte besonders günstig gewirkt und man darf wohl aus den Fittbogenschen Versuchen schließen, daß die Anwendung der chlorreichen Kalisalze für die Lupinen zulässig und günstig ist.

Was die Zeit der Anwendung der Kalisalze anbetrifft, so existieren darüber zwar viele allgemeine Angaben, daß es vorteilhaft sei, die Kali-

salze recht frühzeitig anzuwenden, aber exakte Versuchszahlen bringt nur ein einziger von Schultz-Lupitz angestellter Versuch.

Nach demselben wurde geerntet:

Ungedüngt	2676 kg Stroh	1044 kg Körner pro ha
600 kg Kainit im April	3570 „ „	1650 „ „ „
600 „ „ Februar	3070 „ „	1270 „ „ „

Hiernach war das Ergebnis zu Gunsten der späteren Anwendung des Kainits, indessen soll danach nicht behauptet werden, daß die spätere Anwendung die vorteilhaftere sei, dagegen kann man danach annehmen, daß das frühe Ausstreuen kein unbedingtes Erfordernis für die gute Wirkung der Kalisalze für die Lupinen ist, sondern daß man unter Umständen auch mit einer späteren Gabe noch recht gute Erfolge erzielen kann.

Über die Art der Unterbringung ist man darin einig, daß ein tieferes Unterbringen in der Sicherheit der Wirkung dem flachen Eineggen vorzuziehen sei, womit man sich in Übereinstimmung mit den an anderen Feldfrüchten gemachten Erfahrungen befindet.

Endlich ist an dieser Stelle noch auf die Beobachtungen über die Anwendung der Kalisalze auf gekalktem oder gemergeltem Boden, sowie auf die Anwendung derselben neben einer Kalkdüngung einzugeben.

Es ist eine bekannte Erfahrung, daß sich die Wirkung einer Mergelung nicht immer, aber doch sehr häufig darin äußert, daß die Lupinen, welche vorher auf dem ungemergelten Land sehr freudig wuchsen, nunmehr versagen und ganz traurige Ernten geben. Man trägt infolgedessen, da die Lupine vielfach und mit Recht die Grundlage der Bewirtschaftung des leichteren Bodens bildet, Bedenken, die aus anderen Gründen so vorteilhafte Mergelung auszuführen, weil man alsdann auf den Anbau der Lupine, welche man wirtschaftlich nicht entbehren kann, zu verzichten hat.

Die Mergelkrankheit der Lupine wird aber nach den Erfahrungen von Schultz-Lupitz vollkommen beseitigt oder tritt überhaupt nicht auf, wenn auf gemergeltem Sandboden eine Anwendung der Kalisalze erfolgt. — Dieses ist eine der wichtigsten Beobachtungen von Schultz-Lupitz, denn damit sind dem Sandboden die Segnungen der Mergelung, welche gar nicht hoch genug anzuschlagen sind, wiedergegeben und dabei doch der Anbau der Lupine, dieser für den Sandboden unentbehrlich gewordenen Pflanze, erhalten. Die Landwirtschaft des leichteren Bodens hat allen Grund, Herrn Schultz außer für viele andere Beobachtungen für diese Grundlage einer rationellen Bewirtschaftung des Sandbodens dankbar zu sein; auf dieser Beobachtung hat sich, beiläufig bemerkt, das ganze System (L D) von Schultz-Lupitz aufgebaut.

Die Nützlichkeit der Kalkanwendung auf einem kalkarmen Sandboden

für die Lupinen und die Verträglichkeit derselben für eine Kalkdüngung ist ferner durch die Versuche von **Fittbogen** erwiesen. Bei denselben wurden geerntet:

	Versuch I.	Versuch II.	
Ungedüngt	2408	2408	kg Lupinenheu pro ha
400 kg Kainit	4588	3480	„ „ „
400 „ „ und 400 kg Kalk	5680	4000	„ „ „
400 kg Fabriksalz	5780	3132	kg Lupinenheu pro ha
400 „ „ und 400 kg Kalk	5720	3224	„ „ „

Die Anwendung des Kalkes hatte daher neben Kainit den Ertrag ziemlich erheblich und zwar bei beiden Versuchsreihen erhöht; neben dem kalireicheren Fabriksalz aber wenigstens nicht geschadet.

Man kann daher wohl folgern, daß die Anwendung von Kalk und Mergel für die Lupine durch die Anwendung der Kalisalze nicht allein vollkommen möglich, sondern im höchsten Grade nutzbringend geworden ist. Es kann wenigstens festgestellt werden, daß seit Einführung der Kalidüngung die Klagen über die Mergelkrankheit auf dem Lupinenlande vollkommen verschwunden sind.

Die Hauptwirkung der Kalidüngung für die Lupine sowohl auf gemergeltem, wie ungemergeltem Lande ist aber, daß dieselbe danach ihre stickstoffsammelnde und hierdurch die Entwickelung der Nachfrucht fördernde Kraft unter dem Einfluß der Kalidüngung auf das beste entwickelt. Während z. B. in Lupitz die Lupine vor der Einführung der Kalidüngung schließlich aufgehört hatte, eine gute Vorfrucht zu sein, wurde ihre Eigenschaft in dieser Beziehung sofort wiederhergestellt, als **Schultz** zu der Kalidüngung griff. Die Lupine ist auf diese Weise eine der Hauptgrundlagen des Systems L D (Lupitzer Düngung), dessen Prinzipien in den einleitenden Kapiteln auseinandergesetzt sind, geworden.

Man kann demnach folgende Sätze aus den gepflogenen Erörterungen gewinnen:

1) Die Lupinen erweisen sich in leichtem Sandboden ganz besonders dankbar gegen eine Düngung mit Kalisalzen, so daß sich diese Düngung längst in den weitesten Kreisen eingebürgert hat.

Man könnte fast sagen, daß es ein Kunstfehler sei, die Lupinen ohne die Anwendung von Kalisalzen anzubauen.

2) Die Kalidüngung ist unter Umständen sogar imstande, lupinenmüde Felder wiederum lupinenfähig zu machen.

3) Wo die Lupinen infolge einer ausgeführten Mergelung versagen, können dieselben durch die Anwendung der Kalisalze wiederum zu einem gedeihlichen Wachstum gezwungen werden.

4) Der Carnallit hat sich für Lupinen derart bewährt, daß er bei einer entsprechenden Kalimenge den Kainit ersetzen kann.

5) Die Anwendung von Phosphaten hat bis jetzt auch nicht bei einem einzigen Versuche durchschlagende Erfolge bei Lupinen gehabt; dieselben besitzen offenbar ein so außerordentlich großes Assimilationsvermögen für die Phosphorsäure des Bodens, daß jede Gabe derselben in Form einer Düngung unnütz erscheint. Dieses ist auch der Fall auf solchen Feldern, wo jahrelang hintereinander Lupinen angebaut wurden. Man spare daher die Phosphatgabe für dankbarere Feldfrüchte und baue die Lupinen in einer reinen Kalidüngung an.

6) Die zeitige Anwendung des Kalis wird im allgemeinen der späteren Anwendung der Kalisalze vorgezogen, indessen scheint unter Umständen auch eine ziemlich späte Anwendung immerhin noch recht gute Resultate zu geben; es liegt sogar ein Versuch vor, bei welchem die späte Anwendung der frühzeitigen überlegen war.

7) Die Lupinen entfalten erst unter dem Einflusse der Kalidüngung ihre volle stickstoffsammelnde Kraft und erhalten hierdurch ihren vollen Wert als Vorfrucht für stickstoffzehrende Pflanzen, welche auf den durch die Lupine als Vorfrucht angesammelten Stickstoffvorrat angewiesen sind.

Litteratur über die Anwendung der Kalisalze zu Lupinen.

Schultz-Lupitz, Reinerträge auf leichtem Boden, Landw. Jahrbücher, Bd. 10, 1881, S. 777. Diese Abhandlung ist die Hauptquelle für den Ausbau des Systems Schultz-Lupitz; sie kann der Beachtung der Leser nicht genug empfohlen werden. Die Verbilligung der landwirtschaftlichen Produktion, Vortrag von Schultz-Lupitz im Klub der Landwirte, 1882; in den Schriften des Klubs der Landwirte. Die Kalidüngung auf leichtem Boden, ein Wort der Erfahrung an die Berufsgenossen, von Schultz-Lupitz, vierte Auflage, Verlag von Paul Parey, 1890. Maercker, Erster Bericht über die Anwendung von Kainit in der Praxis nach einer Umfrage der Deutschen Landwirtschaftsgesellschaft, 1886. Derselbe, Zweiter Bericht über die Anwendung von Kainit in der Praxis, nach der zweiten Umfrage der Deutschen Landwirtschaftsgesellschaft, Jahrbücher der deutschen Landwirtschaftsgesellschaft, 1891, S. 40. Derselbe, Die Kalisalze und ihre Anwendung in der Landwirtschaft, Verlag von Paul Parey, 1880, S. 40. Fittbogen, Über die Anwendung der Kalisalze zu Lupinen, Landw. Jahrbücher, Bd. 5, 1876, S. 800. Binder, Welna, Posener landw. Zentralblatt, 1885, S. 233. Durch 2 Ztr. Kainit wurden 10 Ztr. Lupinenheu pro Morg. = 12 Mark Gewinn mehr erzeugt. Tschuschke Babien, ebendaselbst; seit 12 Jahren

wurden durch Kainit Lupinen auf schlechteren Sandboden erzwungen und selbst gute Körnerernten gemacht. Von Börner, ebendaselbst, statt 3,5 Ztr. Lupinenkörner, 7 Ztr. durch 3 Ztr. Kainit geerntet. Von Langermann, Berlin, 15 % Lupinen mehr durch Kainit geerntet.

B. Die Anwendung der Kalisalze zu Erbsen.

Daß die Erbsen an und für sich einen ansehnlichen Kalibedarf besitzen, geht aus den in einer Ernte enthaltenen Kalimengen, denen wir auch die gleichzeitig darin enthaltenen Phosphorsäuremengen hinzufügen, hervor:

	Körner	Stroh	Kali	Phosphorsäure
Hohe Ernte	30 Mtr.-Ztr.	40 Mtr.-Ztr.	69,9 kg	39,2 kg
Mittelernte	20 „	30 „	49,9 „	27,3 „
Niedrige Ernte	12 „	24 „	35,9 „	18,5 „

Die in einer Erbsenernte enthaltenen Kali- und Phosphorsäuremengen sind daher ungefähr dieselben als in einer Getreideernte. Man überschätzt freilich meistens das Kalibedürfnis der Erbse, ebenso auch die Phosphorsäuremengen, welche zur Produktion einer Ernte nötig sind; denn man hört nicht selten, daß die Erbsen ganz besonders stark mit Kalisalzen zu düngen seien. Dieses würde vielleicht nötig sein, wenn man annehmen könnte, daß es den Erbsen schwerer würde, sich die im Boden enthaltenen Kaliverbindungen anzueignen, als anderen Pflanzen; dasselbe ist aber nach Wagners Versuchen durchaus nicht der Fall, im Gegenteil, in Bodenarten, welche die für die Produktion einer Getreideernte erforderliche Kalimenge auch nicht annähernd hergaben, und in denen die Kalidüngung für das Getreide mit größtem Vorteil ausgeführt wurde, reagierten die Erbsen noch nicht auf eine Kalidüngung. Wagner erntete z. B. in seinen Vegetationsgefäßen bei einer kalifreien Düngung:

	Lehmboden	Sandboden	
Erbsen	128	80 g	Trockensubstanz
Roggen	64	35 „	„
Weizen	62	43 „	„
Gerste	45	19 „	„

In demselben Boden wurde daher an Erbsentrockensubstanz ungefähr noch einmal soviel produziert, als an Getreidetrockensubstanz, woraus folgt, daß die Erbsen aus einem kaliarmen Boden verhältnismäßig mehr Kali aufnehmen können, als andere Kulturpflanzen. Nur der Hafer zeigte ein annähernd ebenso starkes Aufnahmevermögen für das in dem Boden enthaltene Kali.

Aus diesem Grunde dürfte es ungerechtfertigt sein, wollte man für die Erbsen eine besonders starke Kalidüngung fordern; — im Gegenteil,

man könnte eher den Rat geben, den Erbsen nicht unnötigerweise zu viel Kali zuzuführen, da sie dasselbe doch nicht recht gebrauchen und ausnutzen können. Dagegen macht Wagner auf einen Gesichtspunkt aufmerksam, welcher wol beachtenswert erscheint. — Durch eine starke Kalidüngung werden nämlich kalireiche Körner und Stroh nicht nur bei den Cerealien, sondern ebenso sehr bei den Erbsen erzeugt und wenn diese Produkte in der Wirtschaft verfüttert werden, was bei dem die Hauptmasse des Kalis bergenden Stroh wol immer der Fall sein dürfte, so wird dadurch der Stalldünger an Kali angereichert und da man Bedenken tragen muß, gewisse Pflanzen mit einer zu starken direkten Düngung mit unreinen chlorhaltigen Salzen, welche wegen ihres niedrigen Preises ausschließlich inbetracht kommen, zu düngen, ist es vorteilhaft, den Stalldünger, welchen diese Pflanzen, z. B. die Kartoffeln und Zuckerrüben, erhalten, möglichst kalireich zu machen und dieses erreicht man leicht durch eine starke Kalidüngung aller Gewächse, nicht nur der Wiesen, sondern auch der Cerealien und der Erbsen. Von diesem Gesichtspunkte aus kann man eine stärkere Kalidüngung wohl würdigen, indessen wissen wir, daß die Zuckerrüben und auch die Kartoffeln lange nicht so empfindlich gegen eine chlorhaltige Kalidüngung sind, als man früher angenommen hat und deshalb fällt dieser Grund nicht mehr so in das Gewicht als früher und damit ist auch der Zwang, lediglich zum Zweck der Anreicherung des Stalldüngers an Kali, die Futterpflanzen stark mit Kali zu düngen, hinfällig geworden. Da dieselben doch nur einen Teil der Kalidüngung assimilieren, ist es eine etwas kostbare Kalibeschaffung, wenn man letzteres erst durch den Pflanzenkörper gehen läßt, wenn die Pflanze, für welche in letzter Linie das Kali bestimmt ist, dieses direkt vertragen kann.

Wenn die Erbsen, wie dieses sehr häufig geschieht, in einer frischen Stallmistdüngung angebaut werden, welche dieselben zwar nicht verwerten, da sie größtenteils unabhängig von dem Stickstoffvorrat des Bodens leben, ist eine Beidüngung mit Kalisalzen bei dem hohen Assimilationsvermögen der Erbsen für das Kali nicht erforderlich, denn in einer Düngung mit 30 000 kg Stalldünger sind 150 kg Kali und über 60 kg Phosphorsäure enthalten, so daß eine weitere Zugabe überflüssig erscheint.

Aus diesem Grunde, d. h., weil die Erbsen meistens in einer frischen Stallmistdüngung angebaut werden und weil sie außerdem in einem kali- und kalkarmen Boden überhaupt nicht angebaut werden, können Berichte, welche sich über eine so durchschlagende Wirkung der Kalidüngung für Erbsen äußern, nicht in gleicher Weise als für die Lupinen und das Getreide existieren. Wenn z. B. bei einem Düngungsversuche von Drechsler über folgende Erträge berichtet wird:

Ungedüngt	16,8 Mtr.=Ztr.	Körner	35,1 Mtr.=Ztr.	Stroh
Kainit	18,7 „	„	34,0 „	„
Ohne Kali nur mit den Nebensalzen des Kainits	16,7 „	„	32,1 „	„

so ist dieses als ein sehr erheblicher Erfolg nicht zu verzeichnen; der verhältnismäßig günstigste Versuch ist der bereits vor einer langen Reihe von Jahren von Lehmann in Weichnitz ausgeführte. Bei demselben wurden pro ha durch die Düngung mit Staßfurter Abraumsalz (Carnallit) mehr geerntet:

Ohne Grunddüngung und Kali	143,5 kg	Körner	505 kg	Stroh	pro ha
Peruguano und Kali	108,5 „	„	54 „	„	„ „
Knochenmehl und Kali	289,0 „	„	1010 „	„	„ „

Diese Mehrerträge sind zwar ein deutliches Zeichen dafür, daß die Kalidüngung unter Umständen wirken kann, aber einen erheblichen und rentablen Erfolg hat sie in diesem Falle nicht gehabt. Lehmann hebt übrigens hervor, daß in diesem Falle die Reife der Erbsen sehr erheblich verzögert worden sei.

Wo also sonst Erbsen gut gedeihen, wird es kaum nötig werden, dieselben mit größeren Mengen von Kalisalzen zu düngen. Dagegen kann bei den Erbsen vielleicht derselbe Fall, welcher jetzt bei der Zuckerrübe beobachtet wird, hervortreten. Während nämlich früher die Erbse in den zuckerrübenbautreibenden Gegenden der Provinz Sachsen und der angrenzenden Länder eine ziemlich sichere Frucht war, hat sie diese Eigenschaft bedauerlicherweise in den letzten Jahren mehr und mehr eingebüßt und die Erbsen mißraten jetzt öfters, als sie gut geraten. Die Ursache dieser Erscheinung sind offenbar Parasiten, welche sich bei dem oft wiederholten Erbsenbau verhältnismäßig stark vermehrt haben und nun der Kultivierung der Erbse ein Ende setzen. Es ist also, sozusagen, eine Erbsenmüdigkeit des Bodens im Begriff einzutreten und möglicherweise kann dieselbe eine zeitlang noch dadurch überwunden werden, daß man die Erbsen in der Ernährung so gut, wie irgend möglich, stellt. Vielleicht bewirken auch die in den Kalisalzen enthaltenen Nebensalze als solche einen gewissen Schutz gegen die Entwickelung der Parasiten und deshalb ist es vielleicht nicht unrichtig, wenn man zu den Erbsen reichliche Düngung von Kainit giebt. Wie sich die Erfolge derselben gestalten werden, ist freilich noch abzuwarten. Bei solchen Versuchen wird immer danach zu fragen sein, ob ein genügender Vorrat von Kalk vorhanden ist — fehlt es an diesem, so sind die Kalidüngungen nur mit einer starken Kalkzuführung zu vereinigen.

C. Die Anwendung der Kalisalze zu Bohnen.

Ackerbohnen entziehen dem Boden weit mehr Kali als die Erbsen und sind vielleicht kalibedürftiger als jene. Es sind enthalten in einer

	Körner Meterzentner	Stroh Meterzentner	Kali kg	Phosphorsäure kg
Hohen Ernte:	30	50	135,7	56,8
Mittelernte:	20	35	93,9	34,4
Niedrigen Ernte:	14	24	64,6	23,2

Die Bohnen haben daher sowohl ein sehr hohes Kali-, wie auch Phosphorsäurebedürfnis und dieses ist der Grund, weshalb sie am besten in einer frischen Stallmistdüngung, durch welche ihnen reichliche Mengen beider Stoffe zugeführt werden, so vortrefflich gedeihen. Versuche über das spezielle Kalidüngerbedürfnis der Bohnen finden sich nicht in der Literatur und man ist deshalb auf Vermutungen angewiesen.

Bei dem hohen Kaligehalt einer Ernte wird man aber gut thun, die Bohnen in jedem Boden, welcher nicht besonders reich an Kali ist, mit einer Kalidüngung zu versehen. Daß in einem Boden von der Beschaffenheit eines mittleren Lehmbodens eine Kalidüngung nicht absolut nötig ist, um sehr hohe Erträge hervorzubringen, lehrt die Praxis in diesen Bodenarten, welche auch ohne Kalidüngung sehr hohe Erträge zu erzeugen versteht. Da ferner die Bohnen selten in häufiger Wiederkehr auf demselben Felde angebaut werden, so ist die Kalidüngungsfrage für dieselben im allgemeinen keine brennende. Weit notwendiger als eine Kalidüngung ist ihnen in vielen Bodenarten eine starke Kalkdüngung, für welche sie ebenso, wie die Erbsen, sehr dankbar sind.

D. Die Anwendung der Kalisalze zu den Kleearten und anderen Futterpflanzen aus der Familie der Leguminosen.

In dieser Gruppe finden wir sehr starke Kalikonsumenten, während ihr Phosphorsäurebedürfnis sich nicht über das Mittel desjenigen der Getreidearten erhebt.

Wir lassen zunächst die Zahlen für die wichtigsten, hierbei in Frage kommenden Pflanzen folgen:

	Hohe	Mittlere	Niedrige Ernte	Hohe	Mittlere	Niedrige Ernte
	kg Kali pro ha			kg Phosphorsäure pro ha		
Rotklee	111,2	83,7	55,6	33,6	25,2	16,8
Luzerne	185,2	116,8	70,1	63,6	42,4	26,5
Esparsette	104,0	58,5	39,0	37,6	21,2	14,1

	Hohe	Mittlere	Niedrige Ernte	Hohe	Mittlere	Niedrige Ernte
	kg Kali pro ha			kg Phosphorsäure pro ha		
Wundklee	72.5	50,8	29,0	23,5	16,5	9,4
Serradella	191,4	127,6	76,6	54,6	36,4	18,2
Inkarnatklee	58,5	42,1	28,1	18,0	13,0	8,6
Schwedischer Klee	66,6	53,3	26,7	24,6	19,7	9,8
Futterwicken	118,2	94,6	63,0	37,2	29,8	19,8

Es giebt daher unter den Angehörigen dieser Gruppe sehr starke Kalifresser; ein solcher ist in erster Linie die Serradella, welche dem Boden bei einer hohen Ernte, wie sie nicht selten vorkommt, fast 200 kg Kali pro ha entzieht. Auch bei einer mittleren Ernte ist ihr Kalikonsum immerhin hoch, über 125 kg, und da die Serradella vorwiegend in einem kaliarmen Boden angebaut wird, so ist ihre Düngung mit Kalisalzen eine sehr notwendige. Um den für die zu erwartende Maximalernte entsprechenden Kalivorrat dem Boden einzuverleiben, würden z. B. an Kainit 15.5 Meterzentner erforderlich sein und eine Mittelernte würde immerhin einen Kalibedarf von 10 Meterzentnern Kainit haben.

Aus diesem Grunde würde anzuraten sein, der Serradella mindestens die für eine Mittelernte ausreichende Gabe von 10 Meterzentner Kainit pro ha zukommen zu lassen, entsprechend 5 Zentner pro Morgen. Man denke immer an das Kalibedürfnis der Serradella, dasselbe ist höher als dasjenige der meisten anderen Futterpflanzen, und es ist nicht daran zu denken, die höchsten Ernten zu machen, wenn man es an dem wichtigsten Erfordernis hierzu, nämlich an den Kalimengen fehlen läßt. Auch das Phosphorsäurebedürfnis der Serradella ist ein hohes, wenngleich nicht annähernd so hoch als das Kalibedürfnis; immerhin beträgt es aber in einer hohen Ernte 54,6 und in einer Mittelernte 36,4 kg pro ha. Wenn wir nun auch nicht wissen, wie sich die Phosphorsäureaufnahmefähigkeit der Serradella gestaltet, so entspricht es doch einer gewissen Vorsicht, mindestens so viel Phosphorsäure zu geben, als den für die Produktion einer guten Ernte notwendigen Mengen entspricht und hierzu würden rund 60 kg Phosphorsäure pro ha, also 3 Meterzentner 20 %iges Thomasphosphat pro ha oder $1\frac{1}{2}$ Zentner Thomasphosphat pro Morgen erforderlich sein; mehr dagegen zu geben ist gewiß unnötig und als eine Verschwendung zu bezeichnen. Wir haben an verschiedenen Stellen dieser Schrift zeigen können, daß die Herstellung des Phosphorsäuregleichgewichts in der Wirtschaft gar keine Schwierigkeiten verursacht, sodaß meistens mit einem großen und unnötigen Phosphorsäureüberschuß gearbeitet wird, während es nicht so leicht gelingt, mit dem Kalihaushalt des Bodens ebensogut auszukommen; darum ist auch die Kalidüngung in dem leichteren und dem Moorboden entschieden wichtiger als die Phosphorsäuredüngung, welche sich meistens

von selbst in richtiger Weise reguliert. Spart man sonst in der Wirtschaft nicht mit Phosphorsäure, so ist ein Zentner Thomasphosphat pro Morgen für die Serradella wohl im allgemeinen genügend.

Annähernd ebenso hoch als das Kalibedürfnis der Serradalla ist dasjenige der Luzerne. Diese wird nun zwar ausschließlich in dem besseren, kalireicheren Boden angebaut; aber auch hier kommt die Kaliersatzfrage unter Umständen sehr wohl in Betracht. Die Luzerne ist bekanntlich die Futterpflanze der Zuckerrübenwirtschaften, welche den Kalivorrat des Bodens, wie oben nachgewiesen wurde, in großem Maße in Anspruch nehmen, so daß für die älteren Wirtschaften, welche früher nie auf einen Ersatz bedacht nahmen, der Zeitpunkt gekommen zu sein scheint, wo die Kalifrage eine brennende geworden ist und wo man unter Aufwendung sehr großer Kalimengen mit anscheinendem Erfolge Zuckerrüben zu bauen anfängt. Man vergesse aber dabei nicht, daß die Luzerne eine Pflanze ist, welche den Boden fast ebenso stark wie die Zuckerrübe an Kali verarmt.

Man dünge daher in denjenigen Rübenwirtschaften, wo man eine gute Meinung für die Wirkung der Kalidüngung auf die Zuckerrübe hat, mit großen Kainitmengen (10 Meterzentner pro ha = 5 Zentner pro Morgen) jährlich zu Luzerne und man hat dadurch den doppelten Vorteil, daß man dem Boden hierdurch die Kalimengen, welche diesem die Luzerneernten entziehen, wiedergiebt und hierdurch denselben für das Gedeihen der Rübe wohl vorbereitet zurückläßt und außerdem durch die starke Kalidüngung eine kalireichere Luzerne, welche ihrerseits den Stalldünger an Kali anreichert, erlangt. Da nun die Rüben jetzt sehr häufig in einer frischen Stallmistdüngung angebaut werden, versorgt man sie durch die Düngung der Luzerne mit großen Kalimengen. Die Kalidüngung der Luzerne hat vielleicht auch noch den Vorteil, daß die Gräser, welche sich in derselben mit der Zeit ansiedeln, zurückgedrängt werden, da sie bekanntlich die Entwickelung der Leguminosen auf Kosten der Gräser befördert. Ob eine Phosphorsäuredüngung der Luzerne in den besseren Bodenarten und namentlich den Rübenwirtschaften, welche meistens mit einem großen Phosphorsäureüberschuß arbeiten, erforderlich ist, mag dahin gestellt bleiben. — Zur Beruhigung des Gewissens und, um für alle Fälle sicher zu gehen, mag man ihr zwei Meterzenter Thomasphosphat pro ha (ein Zentner pro Morgen) geben.

Es folgen sodann im Kalibedürfnis die Futterwicken, der Rotklee und Esparsette, obgleich dieselben darin nicht annähernd so hoch stehen, als die Luzerne und die Serradella. Ihr mittlerer Kalibedarf entspricht etwa einer Kainitdüngung von sechs Meterzentner pro ha und diese Stärke der Düngung dürfte für dieselben eine angemessene sein, wenn man es mit

einem kaliärmeren oder durch andere Pflanzen in seinem Kalivorrat sehr in Anspruch genommenen Boden zu thun hat. Schultz-Lupitz scheint derselben Ansicht, daß nämlich der Kalibedarf von Rotklee (und auch Wundklee) kein übermäßig großer sei, zu sein, denn er führt in seiner ersten Abhandlung, Band 10, der landwirtschaftlichen Jahrbücher, S. 807 an:

„Wundklee und Rotklee, grün gemäht und auch zu Samen, bislang ohne Beigabe von Kainit und Phosphat, welche ihn zu üppig hinstellten und darum nicht rentirten."

Jedenfalls braucht man aber zu Rotklee und Esparsette eine außergewöhnlich starke Kalidüngung, welche in Rücksicht auf die höhere Kalientnahme bei der Serradella vorteilhaft erschien, nicht anzuwenden — die angegebenen drei Zentner pro Morgen dürften vollauf genügen. Bei mehrjährigem Klee ist vielleicht die Anwendung der Kalisalze zur Zurückdrängung der Gräser ebenso wie bei der Luzerne angebracht (s. w. u. Versuch von Heinrich).

Weit geringer ist endlich das Kalibedürfnis des Inkarnatklees, Wundklees und Schwedischen Klees; dasselbe bewegt sich um 60—70 kg Kali pro ha für eine Maximal- und 40—50 kg für eine Mittelernte; hier würden also vier Meterzentner Kainit pro ha, zwei Zentner pro Morgen, vollkommen ausreichend sein und diese Gabe dürfte anzuraten sein; andererseits soll man auch dieselbe immer darreichen, um nicht mit dem gesamten Kalihaushalt der Wirtschaft in die Brüche zu geraten und aus dieser Rücksicht wäre sogar eine größere Kaligabe, welche obige Pflanzen wohl vertragen werden, angebracht.

Sehr niedrig ist die Phosphorsäuremenge, welche eine Mittelernte dieser Pflanzen dem Boden entzieht. Es handelt sich dabei um Mengen von 15—20 kg pro ha und bei einer Maximalernte um solche von 20—25 kg; diese Menge wird durch einen Zentner Thomasphosphat vollauf gedeckt und es bleibt davon noch ein nicht unerheblicher Überschuß nach der Ernte im Boden zurück.

Die Zeit, in welcher das Kali den Leguminosenfutterpflanzen am besten zu geben ist, fällt im allgemeinen mit der für die Wiesen am besten erkannten zusammen. Wenn bei diesen eine Herbstdüngung oder ein Ausstreuen der Kalisalze im zeitigen Frühjahr als vorteilhaft erkannt wurde, so dürfte, da die Verhältnisse bei den Leguminosenfutterpflanzen ebenso liegen als auf den Wiesen, welche ja unter ihren Pflanzen auch sehr viele Leguminosen enthalten, auch hier eine solche Zeit der Anwendung zweckmäßig sein. Höchstens könnte man daran denken, einen Teil und zwar den größeren Teil der Düngung im Herbst zu geben, aber sich außerdem einen kleineren Teil für die Fühjahrsdüngung zurückzubehalten, um auch in die oberen Schichten gewisse Mengen der Düngestoffe zu bringen.

Übersicht über die in der Litteratur mitgeteilten Düngungsversuche mit Kleearten.

Luzerne. Zolla, Annales Agronomiques, 1885, S. 34. Durch 230 kg Chlorkalium pro ha wurde ein Mehrertrag von 815 kg Luzerneheu pro ha erzielt. Neben Chlorkalium war auch mit Phosphot gedüngt worden.

Rotklee. Söhlke-Glinde, Stader landw. Ztg. (durch Biederm. agric.-chem. Zentralblatt), 1886, Nr. 16, berichtet über folgenden Versuch mit Rotklee in einem kaliarmen Boden:

	A.	B.	
Ungedüngt	3050	2550	kg Kleeheu pro ha
200 kg Phosphorit, 400 kg Kainit	5450	3350	„ „ „ „
400 „ „ 800 „ „	5800	3550	„ „ „ „

Allerdings ist aus diesem Versuche nicht zu ersehen, ob die Wirkung dem Kainit oder dem Phosphat zuzuschreiben ist. Da die Ertragserhöhung durch die doppelte Kainitphosphatgabe nur wenig oder gar nicht verstärkt wurde, dürfte die geringere Gabe ausgereicht haben, diese aber hatte einen sehr guten Erfolg gegeben.

Determann-Schleswig, Holst. Zentralbl., 1888, S. 330. Rotklee in einem leichten, kaliarmen Boden in Roggen eingesäet, entwickelte sich sehr gut und kräftig und gab eine gute Ernte, weil er frisch blieb, während der ohne Kainit gebliebene Klee der großen Dürre des Jahres erlag und einen Mißertrag brachte:

Versuche von Henneberg zu Weende, Journ. für Landw., 1872, S. 76. Trotzdem die Übereinstimmung für Kontrollparzellen eine nicht gute war, ergeben doch die mit Kalisalzen gedüngten Parzellen einen deutlichen Mehrertrag über ungedüngte.

Ungedüngt	47,7	Pfund Heu
Kalisalz	51,9	„ „
Superphosphat und Kalisalze	50,9	„ „

Die Ertragserhöhung ist allerdings keine sehr bedeutende gewesen.

B. Heinrich, Über die Wirkung des Gypses und schwefelsauren Kaliums als Düngung eines Gemenges von Rotklee und Thimotheegras, Landw. Jahrbücher, 1872, S. 599. Das Kleegras wurde in Hafer eingesäet, der auf Roggen folgte; der Boden war ein Sand von fast Flugsandartiger Beschaffenheit; der Dünger wurde im Mai zu je 1 Zentner pro Morgen gegeben; die Wirkung des Düngers wurde dadurch befördert, daß in der Nacht nach dem Ausstreuen ein ergiebiger Regen fiel. Es wurde in zwei Schnitten geerntet:

Gyps	2059,5	Pfund pro Morgen
Ungedüngt	1737	„ „ „
Schwefelsaures Kalium	2226,5	„ „ „

Die Wirkung des Gypses ist hier eine sehr gute gewesen, aber sie wurde noch durch diejenige des schwefelsauren Kaliums übertroffen.

Versuch von Lehmann zu Wiednitz, Annalen der Landw., 1886, S. 85. Es wurde an grünem Klee geerntet:

1,5 Zentner Kalisalz (wahrscheinlich Carnallit)	100 Zentner pro Morgen
Ungedüngt	62 „ „ „
Mehr durch Kali	38 Zentner pro Morgen

Felddüngungsversuche von Völcker über die Wirkung der Kaliphosphatdüngung auf Kleegras, Journ. of Royal Agricultural Soc. of England, 1869, S. 73. Es wurde ein Gemenge von Rotklee und italienisches Raygras benutzt.

Die Bodenbeschaffenheit war:

Escrick Park, ein armer Sandboden.

Tubney Warren, ein leichter armer Boden, aber in besserer Kultur als ersterer, denn derselbe trug Gerste, unter welche das Kleegras gesäet war.

Menagerie Farm, ein Sandboden, arm an Kali, Kalk und Phosphorsäure.

Tyrwarnhaite Farm, ein sandiger Lehm mit mäßigen Mengen abschlämmbarer Teile.

Es wurde nun geerntet:

	Ungedüngt	Chlorkalium	Superphosphat	Chlorkalium u. Superphosphat
Escrick Park	963	1099	—	1542
Tubney Warren	743	784	1084	1118
Menagerie Farm	629	800	—	969
Tyrwarnhaite Farm	631	712	—	919
Mittel pro Acker	741,5	849	—	1137 Pfund

Aus diesen Zahlen geht hervor, daß die Kaliphosphatdüngung einen ausgezeichneten Erfolg gehabt hat, sobald es sich um kaliarme Bodenarten handelt. Auch die einseitige Kalidüngung hat schon einen gewissen Erfolg gehabt, aber der Versuch zu Menagerie Farm zeigt, daß gleichzeitig auch ein Phosphorsäuremangel vorhanden war, daß aber die Kalidüngung die Erträge noch weit über diejenigen der Phosphorsäuredüngung steigern konnte.

Über den Einfluß der Kaliphosphatdüngung auf die Entwickelung des Klees von R. Heinrich, Fühlings landw. Zeitung, 1873, S. 9.

Der Boden bestand aus einem verwitterten Kalkstein, leider konnte die Erntemasse nicht maßgebend festgestellt werden, da sich viele Fehlstellen zeigten. Dagegen ist die Qualitätsermittelung von Interesse, denn es ergab sich, daß die Unkräuter durch die Kalidüngung fast bis zum Verschwinden zurückgedrängt wurden, während sie bei dem ungedüngt gebliebenen Klee einen hohen Prozentsatz ausmachten:

Schwefels. Kalimagnesia	94,5 %	Klee	5,5 %	Unkräuter
„ „ u. Superphosphat	94,6 „	„	5,4 „	„
Ungedüngt	43,0 „	„	57,0 „	„

Dieses Ergebnis ist in der That sehr interessant, denn die durch die Düngung mit Kalisalzen, und zwar in diesem Falle schon durch die einseitige Kalidüngung, gekräftigte Kleevegetation hatte die Unkräuter, welche auf dem ungedüngten Felde mehr als die Hälfte der Pflanzen ausmachten, fast vollständig verdrängt. Dieses Resultat stimmt vollständig mit dem von Lawes und Gilbert auf das genaueste festgestellten überein, nach welchem auf Wiesen durch die Kalidüngung die Zahl der Leguminosen und speziell der Kleearten besonders anwuchs. Übrigens zeigt Heinrichs Resultat auch insofern mit demjenigen von Lawes und Gilbert eine Übereinstimmung, als es auch hier schon die einseitige Wirkung der Kalisalze war, welche die Vegetation in der gedachten Weise günstig beeinflußte.

Versuch zu Proskau, Bericht über die Arbeiten auf dem Versuchsfelde zu Proskau.

Es wurde an grüner Masse pro Morgen geerntet:

	Rotklee	Rotklee	Bastardklee	
Ungedüngt	96,8	92,0	113,4	Zentner
2 Zentner Carnallit	100,0	92 0	120,6	„

Wenn die Ertragserhöhungen auch keine sehr große waren, so sind sie doch in allen Fällen deutlich hervorgetreten. Vielleicht wäre das Ergebnis ein noch besseres gewesen, wenn das Kalisalz nicht erst spät über den Klee ausgestreut worden wäre.

Aus allen diesen Versuchen geht hervor, daß die Kalisalze unentbehrliche Düngemittel für den Klee in einem leichteren, kaliärmeren Boden sind; leider liegen für normalen Kleeboden Versuche nicht vor. Jedenfalls sind aber die Kalisalze für einen Boden, der an der Grenze der Kleefähigkeit steht, vollkommen unentbehrlich und sie bilden, natürlich neben der Kalk- und Phosphatdüngung, wo diese nach der Bodenbeschaffenheit

nötig ist, ein unentbehrliches Mittel zur Erzeugung von zuweilen überraschend guten Kleeerträgen.

Endlich ist noch zu erörtern, welche Kalisalze für den Klee die geeignetsten sind. Hierbei kann man kaum im Zweifel sein, denn die bei der Wiesendüngung gemachten Erfahrungen, welche sich auf den Anbau des Klees ohne weiteres übertragen lassen, sprechen dafür, daß die chlorhaltigen Salze den chlorfreien mindestens ebenbürtig sind; offenbar haben die Nebensalze dabei eine nicht zu unterschätzende Wirkung.

Dasselbe Resultat geht auch aus den Versuchen von Völcker, deren Ergebnis wir oben anführten, hervor, denn es wurde geerntet:

	Chlorkalium	Schwefelsaures Kalium
Escrick Park	1099	887
Tubney Warren	784	867
Menagerie Farm	800	861
Thrwarnhaite Farm	712	680
Mittel	849	824

Durch das Chlorkalium wurde also etwas mehr als durch das schwefelsaure Kalium geerntet, so daß man keine Besorgnis zu tragen braucht, den Carnallit zur Anwendung zu bringen, wenn sich dieser an irgend einem Orte billiger stellt.

Vicia villosa (Zottelwicke).

Durch die Anwendung von 3 Zentner Kainit in einem schwach lehmigen Sande wurde der Ertrag der Zottelwicke um reichlich ein Drittel vermehrt. (Erster Bericht über die Erfolge der Kainitdüngung, erstattet i. A. der Deutschen landw. Gesellschaft vom Verfasser.)

IV. Die Anwendung der Kalisalze für die Düngung der Kartoffeln.

1. Der Kalibedarf einer Kartoffelernte.

Kartoffeln sind ebenso wie Zuckerrüben und Futterrüben spezifische Kalipflanzen, denn über 60 % der Mineralbestandteile der Kartoffelknolle werden durch das Kali gebildet. Da ferner dem Boden durch die Kartoffel und zwar besonders durch die neueren, ertragreichen Spielarten sehr hohe Ernteerträge abgewonnen werden, so ist die Inanspruchnahme des Kalivorrats des Bodens durch den Anbau der Kartoffel eine besonders hohe. Weniger hoch ist die Menge von Phosphorsäure in der Kartoffel, denn auf 100 Teile Kali in einer Kartoffelernte kommen nur 25—30 Teile Phosphorsäure. Die durch Ernten verschiedener Höhe dem Boden entzogenen Kalimengen stellen sich für die Kartoffel nach der im Anfang dieser Schrift gegebenen größeren Zusammenstellung folgendermaßen:

Hohe Kartoffelernte (300 Meterzentner pro ha):

In den Knollen	174,0 kg Kali	48,0 kg Phosphorsäure
Im Kraut	21,5 „ „	8,0 „ „
Summa	195,5 kg Kali	56,0 kg Phosphorsäure.

Mittlere Kartoffelernte (150 Meterzentner pro ha):

In den Knollen	87,0 kg Kali	24,0 kg Phosphorsäure
Im Kraut	10,8 „ „	4,0 „ „
Summa	97,8 kg Kali	28,0 kg Phosphorsäure.

Niedrige Kartoffelernte (100 Meterzentner pro ha):

In den Knollen	58,0 kg Kali	16,0 kg Phosphorsäure
Im Kraut	4,3 „ „	1,6 „ „
Summa	62,3 kg Kali	17,6 kg Phosphorsäure.

Aus diesen Angaben ergiebt sich der sehr viel höhere Kaliverbrauch einer Kartoffelernte gegenüber einer Getreideernte, denn eine solche von ansehnlicher Höhe gebraucht nur 25—30 kg Kali im Korn und Stroh zusammengenommen, während die Kartoffel den 4—8 fach höheren Bedarf besitzt.

Dagegen stehen die in den Mittelernten von Kartoffeln und Getreide enthaltenen Phosphorsäuremengen ziemlich gleich und zwar deshalb, weil das Verhältnis der Phosphorsäure zum Kali in den Getreidearten ein engeres als bei der Kartoffel ist.

Wir haben im vorstehenden, entgegengesetzt dem vielfach herrschenden Gebrauche, auch die im Kraut der Kartoffel enthaltenen Kalimengen bei der Berechnung des Bedarfs dieses Stoffs für eine Ernte mitgerechnet, weil es sich in diesem Fall nicht um statische Berechnungen über die Erschöpfung an Nährstoffen durch den Anbau bestimmter Pflanzen handelt, wobei in der That das auf dem Felde verbleibende Kartoffelkraut nicht in Betracht kommt, sondern um die zu einer Ernteproduktion notwendigen Nährstoffmengen, für welche natürlich auch die zur Produktion des Krauts in Frage kommenden Nährstoffe berücksichtigt werden müssen.

Übrigens sind die im Kartoffelkraut enthaltenen Kali- und Phosphorsäuremengen verhältnismäßig klein.

Da die Kartoffel häufig ein Hauptverkaufsobjekt vieler Wirtschaften bildet und außerdem bei gewissen Richtungen der Fabrikation, z. B. bei der Stärkefabrikation, der größte Teil des Kalis mit den Abflußwässern verloren geht, oder auch wenn die Wässer zum Rieseln der Wiesen benutzt werden, doch nur eine fragwürdige Ausnutzung erfährt, so ist die Verarmung solcher Wirtschaften an Kali eine sehr starke und es hält in der That sehr schwer, das Gleichgewicht bezüglich des Kalis bei starkem Kartoffelbau und Verkauf von Kartoffeln zu erhalten.

Dagegen ist zu bemerken, daß die Spiritusfabrikation in dieser Beziehung ein höchst rationelles landwirtschaftliches Gewerbe ist, bei deren Ausübung nicht die geringsten Kalimengen verloren gehen, wenn die gewonnene Schlämpe, wie dieses ja fast allgemein geschieht, in der eigenen Wirtschaft verfüttert wird.

Um die durch Ernten von verschiedener Höhe dem Boden entzogenen Kalimengen in landläufigen kalihaltigen Düngemitteln dem Boden wiederzugeben, würden erforderlich sein unter der Voraussetzung, daß das Kartoffelkraut auf dem Felde verbleibt:

Ernte	von	300	Meterzentner	pro	ha	13,6	Meterzentner	Kainit	pro ha
"	"	250	"	"	"	11,5	"	"	" "
"	"	200	"	"	"	9,5	"	"	" "
"	"	150	"	"	"	7,0	"	"	" "

Da man nun rationeller Weise so zu düngen hat, daß, wenn die Verhältnisse günstig sind, durch die Nährstoffzufuhr der Düngung der höchste Ertrag, welchen eine bestimmte Sorte der betreffenden Kulturpflanze hergiebt, auch wirklich gemacht werden kann, so müßte man dem Boden für die Kartoffel so große Mengen kalihaltiger Düngemitel geben, das dieses aus Rücksichten auf die Qualität, d. h. den Stärkegehalt, der Kartoffel unmöglich würde. Man ist deshalb gezwungen, den der Kartoffel notwendigen Kalivorrat größtenteils durch den Überschuß einer Kalidüngung zuzuführen, welche man den Vorfrüchten der Kartoffel giebt. Das die Kartoffel auch für eine solche Düngung dankbar ist, soll weiter unten dargelegt werden.

2. Die der Kartoffel zu gebende Stärke der Kalidüngung.

In welchem Maße ist die Kartoffel unter Umständen gegen die Kalidüngung dankbar?

Darüber, daß die Kartoffel in einem kaliarmen Boden gegen die Kalidüngung im höchsten Grade dankbar ist, kann nicht der geringste Zweifel bestehen, denn die großen, in einer Kartoffelernte enthaltenen Kalimengen bedingen es, daß, wenn es an Kali in dem Boden fehlt, solches in der Düngung eine außerordentlich große Wirkung äußern muß. Versuche hierüber sind von Fleischer in dem bekanntlich sehr kaliarmen Moorboden in sehr großer Zahl ausgeführt und wir wollen dem von Fleischer verfaßten Bericht der Moorversuchsstation (Landw. Jahrbücher, 1891, 29. Band, Heft 3) nur folgende Zahlen entnehmen:

Es wurden geerntet auf Hochmoorboden:

	Kartoffeln		Kartoffeln pro ha
Ohne Kali	8 360 kg	mit 250 kg Kali	21 199 kg
„ „	8 134 „	„ 150 „ „	13 677 „
„ „	11 550 „	„ 200 „ „	22 958 „
„ „	8 320 „	„ 200 „ „	14 370 „
„ „	7 730 „	„ 250 „ „	18 916 „
„ „	10 941 „	„ 200 „ „	21 307 „
Mittel	9 173		19 045 = 9872 kg mehr (100 : 208)

Auch von anderen Seiten wurden mit der Kalidüngung ähnliche Ertragserhöhungen im Moorboden, als sie von F. Fleischer mitgeteilt werden, beobachtet. So berichtet Wagner in der Zeitschrift des landwirtschaftlichen Zentralvereins für Bayern, 1888, über folgende Erfolge der Kalidüngung im Donaumoos:

Ungedüngt	72,75	Mtr.-Ztr. Kartoffeln pro ha
Stalldünger	104,50	" " " "
Thomasphosphat und Kainit	175,00	" " " "

Die Düngung mit Thomasphosphat und Kainit hatte daher die Wirkung der Stallmistdüngung bei weitem übertroffen.

Über den Erfolg der Kainitphosphatdüngung, deren Wirkung bei den Kartoffeln, wie später ausgeführt werden soll, vorwiegend der Kalidüngung zugeschrieben werden muß, berichtet für den Sandboden im Schleswig-Holsteinischen landwirtschaftlichen Vereinsblatt Determann:

Ungedüngt	180,0	Mtr.-Ztr. Kartoffeln pro ha
Chilisalpeter	192,0	" " " "
Chilisalpeter, Kainitphosphat	242,5	" " " "

Der Erfolg war also ein ausgezeichneter. Ebenso gute Erfolge in allerleichtestem Dünensandboden haben die Versuche der Versuchsstation Danzig aufzuweisen. Über den Erfolg der Kainitdüngung auf einem Grauwackenschieferboden berichtet J. König in der Landwirtschaftlichen Zeitung für Westfalen und Lippe, 1885, Seite 17:

Ungedüngt	141,12	Mtr.-Ztr. Kart. pro ha.
Chilisalpeter und Superphosphat	172,80	" " " "
6 Mtr.-Ztr. Kainit	207,36	" " " "
6 Mtr.-Ztr. Kainit, Chili und Superph.	245,16	" " " "

Wir haben also bei dem Königschen Versuch eine ganz außerordentliche Wirkung der Kalidüngung und zwar auch schon der einseitigen, welche freilich durch die Beigabe von Phosphorsäure und Stickstoff noch wesentlich erhöht wurde. Die Königschen Versuche sind auch deshalb interessant, weil sie Ertragserhöhungen der Kalidüngung in einem Grauwackenschieferboden, also einem von dem Sand- und Moorboden, für welche die Wirksamkeit der Kalisalze feststeht, sehr abweichenden Boden, aufweisen.

Bei Versuchen, welche Fleischer in der Zeitschrift für Moorkultur mitteilt, wurden auf Hochmoorboden bei ausreichender Phosphorsäure- und Stickstoffdüngung geerntet in Meterzentnern Kartoffeln pro ha:

Ohne Kali	84	82	106	98	108	82	86	110
Mit Kali	208	136	232	144	256	144	244	214
Mehr durch Kali Mtr.-Ztr.	124	54	126	46	148	62	158	104
" " " %	147,5	66	108,7	47	137	75,6	183,7	94,6

Wild erntete auf einem lehmigen Sand (eigentlichen Kartoffelboden):

ohne Kainit	15 642 kg Kartoffeln	mit 3460 kg Stärke
mit Kainit	20 400 " "	" 4180 " "
mehr durch Kainit	4758 kg Kartoffeln	mit 720 kg Stärke

Drechsler erntete auf einem sandigen Lehm (Hannöversches land- und forstwirtschaftliches Vereinsblatt, 1885, Seite 588):

Ungedüngt	172,5 Mtr.-Ztr. pro ha	21,8 %	Stärkemehl
Stickstoff u. Phosphors.	182,0 „ „ „	18,4 „	„
dasselbe und Kainit	212,7 „ „ „	17,9 „	„

Hier ist die Depression des Stärkemehles bemerkenswert; es ist übrigens hervorzuheben, daß bei der Düngung ohne Kainit neben Stickstoff und Phosphorsäure die Salze des Kainits gegeben wurden. Darum war auch die Depression der Stärke fast dieselbe als beim Kainit.

Edler (Hannöversches land- und forstwirtschaftliches Vereinsblatt, 1886, Seite 223) erntete mit der Anwendung von Kali und Natronsalpeter auf einem anlehmigen Sand:

Natronsalpeter	170,8	Meterzentner Kartoffeln pro ha
Kalisalpeter	285,3	„ „ „ „

Der Erfolg der Kalidüngung ist hier ein großartiger gewesen, denn es wurden 114,5 Meterzentner Kartoffeln pro ha, entsprechend 57 Zentner pro Morgen, mehr geerntet.

Auf einem rohen eisenschüssigen Sandboden erntete Guradze-Kotlischowitz:

Ungedüngt	72,2 Ztr. Kartoff. pro Morgen	15,1 %	Stärke
Kalimagnesia 25 kg	84,3 „ „ „ „	15,8 „	„
Kalimagnesia, Stickstoff u. Phosphorsäure	88,1 „ „ „ „	16,4 „	„

Die Ernte desselben auf einem normalen Roggen-Kartoffelboden war:

Ohne Kali	82,0 Ztr. Kartoffeln pro Morgen	16,6 %	Stärke
Mit Kalimagnesia	96,3 „ „ „ „	15,5 „	„

Karbe-Kurtschow (Deutsche landwirtschaftliche Presse, 1884, Nr. 89) erntete auf einem gemergelten Boden 6. Klasse:

Ohne Krugit	80,1 Ztr. Kartoffeln pro Morgen	18,53 %	Stärke
Mit Krugit	93,6 „ „ „ „	18,06 „	„

Drechsler, Journal für Landwirt., 1884, Seite 1, erntete durch die Kainitdüngung mehr:

Auf einem lehmigen Sande	45,8	Meterzentner pro ha
„ „ reinen Sand	70,3	„ „ „
„ „ Humusboden	40,7	„ „ „

Edler erntete 1885 auf einem lehmigen Sande:

Ohne Kainit	123,5	Meterzenter pro ha
Mit Kainit	179,7	„ „ „

Endlich wollen wir auch noch über einige außerhalb Deutschlands bezüglich der Wirkung der Kalidüngung gemachte Beobachtung berichten.

Dircks und Sebelin ernteten nach Biederm. agric. Zentralblatt auf dem Versuchsfelde der Akademie Aas bei Christiania in Verhältniszahlen:

Ungedüngt	100
Ammonsulfat	122
Phosphorsäure	111
Kali	120
Ammon, Phosphorsäure	119
Ammon, Phosphorsäure und Kali	202

Cameron erntete in Irland:

Ungedüngt	7216	kg Kartoffeln pro ha
736 kg Kainit	11714	„ „ „ „

Der Stärkemehlgehalt der Kartoffeln wurde allerdings durch diese Düngung von 26,9 auf 25,3 %, also um 1,6 % deprimiert.

Diese Zahlen mögen nur als Beispiele von den vielen vorliegenden Versuchen angeführt werden. Man kann aus denselben lernen, in welchem Maße eine Kalidüngung in einem kaliarmen Boden wirken kann und wie notwendig in solchen Bodenarten die Erwägung ist, ob und mit wie großen Mengen von Kalisalzen man düngen soll.

Die Erwägung in letzterer Richtung ist selbstverständlich keine leichte, wenn man nicht auf eigenen Versuchen fußen kann, denn man hat in Betracht zu ziehen, wieviel der Boden von seinem natürlichen Kaligehalt für das Wachstum einer Ernte hergeben kann und außerdem, wieviel noch von früheren Düngungen im Boden steckt. Je kalireicher der Boden ist und je kalireicher die Düngungen waren, um so niedriger kann natürlich die für die Erzeugung einer maximalen Kartoffelernte zu bemessende Kalimenge sein. Wir können daher die von Fleischer für den kaliarmen Moorboden ermittelten Mengen von Kali in der Düngung, welche geeignet waren, die maximalen Erträge zu erzeugen, nur für diesen Boden benutzen; diese Zahlen dürfen aber in keiner Weise (Fleischer ist übrigens weit davon entfernt, solches anraten zu wollen) auf andere Boden- und Wirtschaftsverhältnisse übertragen werden.

Beachtenswert ist ferner eine von Wagner bei seinen Vegetationsversuchen gemachte Beobachtung, nach welcher die Kalidüngung in einem Sandboden von den Kartoffeln weniger gut vertragen wurde, als in einem Lehmboden, sodaß Wagner die Ansicht äußert, die Kartoffeln liebten vielleicht mehr das von dem Boden absorbierte Kali früherer, als dasjenige frischer Düngungen. Er rät deshalb, auch die Kartoffeln weniger direkt

mit Kali zu düngen, als die Vorfrüchte, außerdem aber den Stalldünger dadurch, daß man die Wiesen, das Getreide u. s. w. mit reichlichen Kalidüngung versehe, wodurch die Ernteprodukte und infolgedessen auch der Stalldünger kalireicher würden, anzureichern, da die Kartoffeln ganz besonders eine Stallmistdüngung liebten.

Jedenfalls ist aus diesen Ausführungen zu entnehmen, daß man die Kalidüngung der Verträglichkeit der verschiedenen Bodenarten anzupassen hat, denn eine so große Verträglichkeit, als bei den Fleischerschen Versuchen für den Moorboden festgestellt wurde, dürften andere Bodenarten kaum besitzen. Im Moorboden wurden nämlich zwar durch die Anwendung von 100 kg Kali pro ha (neben der nötigen Stickstoff- und Phosphorsäuredüngung) ansehnliche und rentable Erträge erzielt, aber in den weitaus meisten Fällen gab eine Steigerung der Düngung auf 200 kg pro ha noch sehr erhebliche Mehrerträge gegen die geringere Düngung, wenn auch diese Mehrerträge meistens nicht im Verhältnis zu den mehrgegebenen Kalimengen standen. In einzelnen Fällen hatte sogar eine Steigerung der Kalidüngung auf 250 kg pro ha noch ansehnliche Ertragssteigerungen im Gefolge.

Eine Schädigung der Kartoffelerträge durch die maximalen Kaligaben wurde im Moorboden in keinem Fall beobachtet, während dieselbe beim Roggen schon bei viel kleineren Gaben eintrat. Man kann daraus ersehen, wie viel unter Umständen eine Pflanze vertragen kann, denn die maximale Düngung von 250 kg Kali pro ha entspricht einer Kainitgabe von 20 Meterzentner pro ha oder 10 Zentner pro Morgen.

Eine Gabe von dieser Höhe darf natürlich nur unter außergewöhnlichen Verhältnissen, wie sie der Moorboden bietet, gegeben werden; unter gewöhnlichen Verhältnissen muß sie weit geringer sein. Leider liegen hierüber für den Sandboden, der nächst dem Moorboden das größte Kalibedürfnis besitzt, keine Versuche vor und man ist bei der Beurteilung der Frage auf die Erfahrungen, oder wir wollen lieber sagen, die Gebräuche der Praxis angewiesen. Nach diesen vermeidet man es, den Kartoffeln mehr als 6 Meterzentner Kainit pro ha zu geben und beobachtet hierbei sogar noch gewisse, weiter unten näher zu entwickelnde Vorsichtsmaßregeln, um eine Erniedrigung des Stärkegehalts durch diese mäßigen Gaben zu vermindern.

Die Darreichung größerer Mengen der salzhaltigen Düngemittel verbietet sich auch schon aus mechanischen Rücksichten, denn diese Düngemittel machen, in größeren Mengen und namentlich erst im Frühjahr gegeben, den Boden zu einer so unangenehmen Krustenbildung, welche nur schwer durch die Kulturinstrumente zu beseitigen ist, geneigt, daß auch schon aus dieser Rücksicht eine Einschränkung der Gabe der Kalisalze wünschenswert

erscheint. Außerdem wirken die Kalisalze unter gewissen Verhältnissen keimungsverhindernd und verzögernd, wie aus einer von Fleischer mitgeteilten Beobachtung über den mangelhaften Aufgang und eine infolgedessen eintretende Mißernte der Kartoffeln hervorgeht. In diesem Falle konnte Fleischer den Beweis durch angestellte Anlysen führen, daß die Chlorverbindungen der Kalisalze in die Kartoffeln eingewandert waren.

Wir erhalten demnach das Ergebnis, daß es für die Düngung der Kartoffeln nur unter außergewöhnlichen Verhältnissen zulässig ist, in einer direkten Kalidüngung so große Mengen von Kali zuzuführen, als zur Produktion der höchsten Ernten erforderlich sind, man wird zwar die direkte Kalidüngung nicht vollkommen vermeiden können, aber man muß danach trachten, teils durch die Anwendung von kalireichem Stalldünger, vor allen Dingen aber durch eine starke Düngung der Vorfrüchte mit Kalisalzen, das Kalibedürfnis der Kartoffel zu befriedigen.

Daß die Kartoffel auch wirklich für die den Vorfrüchten gegebenen Kalidüngungen dankbar ist, geht aus nachstehenden Versuchen hervor:

Kartoffeln erhielten auf Moorboden im ersten Jahre eine Düngung mit 168 kg Kali, 120 kg Phosphorsäure und 30 kg Stickstoff pro ha; im darauffolgenden Jahre wurde nur die Stickstoff- und Phosphorsäuredüngung wiederholt und es blieben die Pflanzen auf das von der Düngung des ersten Jahres im Boden zurückgebliebene Kali angewiesen und es wurden damit erzielt (Versuch von Fleischer):

	ungedüngt	Kali im ersten Jahre	Mehr durch Kali im ersten Jahre
Erstes Jahr	12 338	17 319	4 981
Zweites Jahr (Nachwirkung des Kalis)	12 700	19 300	6 600

Die Kartoffeln brachten daher im zweiten Jahre einen noch mindestens ebenso hohen, ja noch höheren Mehrertrag auf den im Vorjahre mit Kali gedüngten Parzellen, sodaß durch diese Versuche die Nachwirkung des Kalis in dem Moorboden über allem Zweifel erhaben ist. Es kann dieses freilich nicht wunder nehmen, denn die beobachteten Mehrerträge hatten dem Boden in Summa nur etwa 65 kg Kali pro ha entzogen, sodaß auch nach der zweiten Ernte eine gewisse Kalimenge der Düngung im Boden vorhanden war. Wenn dies nun im Moorboden, der die Nährstoffe nach Fleischers Untersuchungen mit einer ziemlich geringen Intensität zurückhält, der Fall ist, so ist mit Sicherheit anzunehmen, daß in denjenigen Bodenarten, welche infolge ihres Gehalts an mineralischer Feinerde ein starkes Absortionsvermögen besitzen, die Nachwirkung in gleicher Weise eintreten wird und man gewinnt danach den Satz, daß:

es zulässig und wirksam ist, diejenigen Kalimengen, welche man in Rücksicht auf den Stärkegehalt der Kartoffeln nicht direkt dieser Pflanze geben will, durch die Düngung der Vorfrucht zu beschaffen.

Die Praxis hat übrigens das Verfahren der Düngung der Vorfrüchte längst angenommen, wie aus der von dem Verfasser im Auftrage der Deutschen Landwirtschaftsgesellschaft veranstalteten Untersuchung hervorgeht. (Jahrbücher der Deutsch. Landw. Gesellsch., 1891, S. 49). Sowohl für den Sand- und Moorboden, wie auch für den sandigen und thonigen Lehm wird die ausgezeichnete Wirkung der für die Vorfrucht gegebenen Kalidüngung anerkannt und besonders hervorgehoben, daß man auf diese Weise bei sehr hohen Erträgen keine Depression des Stärkemehls zu befürchten habe.

Wir erhalten somit das Resultat, daß man durch die Düngung der Vorfrucht die direkte Düngung zu der Kartoffel wesentlich einschränken kann; dieselbe ganz zu unterlassen, dürfte allerdings nicht ratsam sein und entspricht auch nicht der üblichen Praxis; aber es genügen, unter Voraussetzung einer starken Kalidüngung der Vorfrüchte oder unter gleichzeitiger Anwendung einer Stallmistdüngung, kleinere Gaben, so daß man die direkt zu den Kartoffeln zu gebende Kalidüngung auf etwa 75 kg Kali pro ha, entsprechend 6 Meterzentner Kainit pro ha (3 Zentner pro Morgen), festsetzen kann. Diese Menge, zeitig genug im Herbst gegeben, ist auch, wie weiter unten gezeigt werden soll, ohne wesentliche Schädigung des Stärkemehlgehalts darzureichen.

3. Die für die Kartoffeln erforderliche Phosphorsäuredüngung.

Daß eine Phosphorsäuredüngung für die Kartoffeln in einem sehr phosphorsäurearmen Boden notwendig und rentabel ist, versteht sich nach den Gesetzen von der Pflanzenernährung von selbst, aber es ist eine bemerkenswerte Thatsache, daß die Kartoffel von dem im Boden vorhandenen oder von früheren Düngungen zurückgebliebenen Phosphorsäurevorrat einen größeren Nutzen ziehen kann, als andere Pflanzen, so daß, wenn man die übrigen Kulturpflanzen ordnungsmäßig mit Phosphorsäure gedüngt hat, die Phosphorsäuredüngung der Kartoffel kein Gegenstand von besonders großer Wichtigkeit ist, denn die Kartoffel wird unter diesen Umständen ihr Phosphorsäurebedürfnis leicht aus dem im Boden verbliebenen Reste von früheren Düngungen decken können.

In dieser Beziehung liefern uns die Fleischerschen Versuche ein sehr lehrreiches Material.

Auf einem gebrannten Hochmoorboden schädigte das Ausbleiben der Phosphorsäuredüngung im zweiten Jahre den Roggen sehr erheblich, wenn sich derselbe auch gegen die Stickstoff- und Kalizuführung noch dankbarer erwies, als gegen die Phosphorsäure, dagegen war der Unterschied der im zweiten Jahre ohne eine Phosphorsäuredüngung gebliebenen Kartoffeln gegen die mit Phosphorsäure gedüngten ein sehr geringer und selbst im dritten Jahre wurden, ohne eine Phosphorsäuredüngung, nur um 24% Kartoffeln weniger als mit einer Phosphorsäuredüngung geerntet. Fleischer schließt daraus mit Recht auf eine höhere Aufnahmefähigkeit der Kartoffeln für die Phosphorsäure und, daß man mit geringeren Phosphorsäuremengen als Kaligaben auskommen könne. Ja, eine übertriebene Phosphorsäuredüngung hatte sogar in mehreren Fällen deutliche Ertragserniedrigungen zur Folge, z. B.:

Düngung mit	100	125	150	175	kg Phosphorsäure	pro ha
Gebranntes Moor	22 224	20 946	20 844	21 307	kg Kartoffeln	pro ha
	—	1 278	1 380	917	„ „	weniger
Haidemoor	17 040	16 775	16 045	14 700	kg Kartoffeln	pro ha
		265	995	2 340	„ „	weniger
Abgemulltes Moor	24 110	23 685	23 988	22 475	kg Kartoffeln	pro ha
	—	455	152	1 665	„ „	weniger.

Die Fleischerschen Versuche zeigen ferner, daß der früher mit Stalldünger häufig gedüngte Hochmooracker die Phosphorsäuredüngung eine längere Reihe von Jahren entbehren kann, ohne daß die Ernterückschläge übermäßig groß werden, ja mehrfach wurden die Kartoffeln im ersten Jahre nach einer Stallmistdüngung durch eine Phosphatdüngung geschädigt. Selbst im fünften Jahre wurde von Fleischer die Beobachtung gemacht, daß Hochmooräcker, welche viele Jahre vorher ohne Phosphorsäuredüngung gelassen waren und bei der Kultur anderer Früchte sich gegen eine Phosphorsäurezuführung sehr dankbar erwiesen, einer solchen für die Kartoffeln nicht oder kaum bedurften.

Diese Versuche sind nun zwar vorläufig nur für den Moorboden gültig, aber es geht doch aus denselben hervor, daß die Kartoffel ein sehr viel niedrigeres Phosphorsäurebedürfnis, als die in Vergleich gestellten sonstigen Kulturpflanzen und speziell die Cerealien besaßen und man darf daraus wenigstens soviel verallgemeinern, daß die Kartoffel demnach ganz gewiß keiner außergewöhnlich hohen Phosphorsäuredüngung bedarf. Es ist also fraglich, ob man gut thut, wenn die Kartoffel in einer Stallmist-

düngung angebaut wird, daneben noch Phosphate zu geben. Die Praxis scheint wenigstens dagegen zu sprechen, denn man wendet, wenn die Kartoffeln in Stalldünger angebaut werden, sehr selten Phosphate an und nach den Fleischerschen Versuchen kann man unter Umständen sogar befürchten, durch diese Anwendung zu schaden. Jedenfalls wird man bei der Phosphorsäuredüngung für die Kartoffeln eine gewisse Einschränkung walten lassen.

Damit soll selbstverständlich nicht gesagt sein, daß die Phosphorsäuredüngung für die Kartoffel unter allen Umständen unnötig ist; wenn es sich um einen sehr phosphorsäurearmen Boden handelt, der lange Jahre keine Phosphorsäuredüngung erhalten hat, dann wird gewiß eine solche nötig sein. Der Einsicht des Landwirts muß es hier überlassen bleiben, von dem allgemeinen Prinzip, daß die Kartoffel kein hohes Phosphorsäure-Düngerbedürfnis besitzt, für jeden speziellen Fall die Nutzanwendung zu ziehen; aus diesem Grunde können denn auch keine Vorschriften über die Höhe der Phosphorsäuredüngung gemacht werden, die Stärke der Phosphorsäuregabe, wenn dieselbe überhaupt nötig ist, muß sich für jeden speziellen Fall regulieren.

4. Das Stickstoffbedürfnis der Kartoffelpflanze.

Die Kartoffel besitzt ohne Zweifel ein sehr hohes Stickstoffbedürfnis und zeigt sich gegen eine Stickstoffdüngung sehr dankbar. Dieses geht schon daraus hervor, daß sie mehr als noch einmal so viel Stickstoff als Phosphorsäure enthält. Dafür spricht auch die allgemeine Erfahrung, daß die Kartoffel für die Stallmistdüngung im höchsten Grade dankbar ist, und daß sie auch nach Stickstoffsammlern sehr gut gerät. Man wird daher gut thun, dieselbe nicht in eine zu schwache Stickstoffdüngung zu stellen. Daß diese Stickstoffdüngung in dem leichteren Boden sich zweckmäßigerweise durch den vorhergehenden Anbau stickstoffsammelnder Pflanzen beschaffen läßt, während in den besseren Bodenarten, in denen sich die Stickstoffsammler noch nicht genügend eingebürgert haben, entweder eine Stallmistdüngung oder der Chilisalpeter für die Beschaffung des nötigen Stickstoffquantums verwendet wird, mag hier nur kurz angeführt werden. In welchem Maße eine Chilisalpeterdüngung zur Anwendung zu bringen ist, hängt natürlich auch von dem Stickstoffzustande des Bodens, vor allem aber von der Ertragsfähigkeit der anzubauenden Sorte ab. Wenn früher bei Versuchen mit den weniger ertragsfähigen Sorten eine Stickstoffdüngung von über 200 kg Chilisalpeter pro ha nicht mehr rentierte, so ist diese Düngung aller Wahrscheinlichkeit nach für

die neueren ertragsfähigeren Sorten noch zu schwach bemessen; dieselben werden wahrscheinlich auch in einem nicht übermäßig stickstoffarmen Boden eine Düngung mit 2—3 Zentner Chilisalpeter pro Morgen = 400—600 kg pro ha lohnen und, während man früher neben dem Stalldünger die Stickstoffanwendung für die Kartoffel für unnötig hielt, wird, ebenso wie bei der Zuckerrübe, für die ertragsfähigeren Sorten eine mäßige Chilisalpeterdüngung auch nützlich sein.

5. Auf welchen Bodenarten ist mit Sicherheit auf eine Wirkung der Kalidüngung zu Kartoffeln zu rechnen?

Am sichersten wirkt die Kalidüngung ohne Frage auf dem Moorboden und zwar nach Fleischers Untersuchungen vorzüglich auf dem besonders kaliarmen Hochmoorboden. Als Fleischer seine Untersuchungen über die Moorkultur begann, vergewisserte er sich zuerst von dem Kaligehalt des Mediums, mit welchem er zu experimentieren hatte und fand, daß der Hochmoorboden bis auf die Kulturtiefe von etwa 15—20 Zentimeter (in tiefere Schichten dringen die Wurzeln in das Moor nicht ein) häufig weniger als 300 kg pro ha Kali enthielt; da nun der Kalibedarf einer mittleren Kartoffelernte, wie sie mit Leichtigkeit in dem Moor zu erzielen ist, etwa 120—130 kg Kali pro ha beträgt und dieser Bedarf somit mehr als ein Drittel des ganzen in dem Moorboden enthaltenen Vorrats ausmacht, so kann es nicht wunder nehmen, daß gerade der Moorboden so besonders dankbar für die Kalidüngung ist. Die Kalifrage ist für das Moor auch längst erledigt, denn die Düngung mit Kalisalzen bildet die Grundbedingung jeder Kultur in diesem Medium, mithin ganz besonders auch für die so kalibedürftige Kartoffel.

In der Sicherheit der Kaliwirkung folgt sodann der Sandboden. In dem leichten Sandboden ist unter keinen Umständen soviel Kali enthalten, daß man für den Anbau der Kartoffel die Kalidüngung entbehren könnte. Wenn die Kalisalze auch hier vielleicht nicht direkt zu den Kartoffeln zu geben sind, so sind sie doch für die Düngung der Vorfrucht der Kartoffeln unentbehrlich. Auch hier hat die Praxis längst entschieden; wer einen einigermaßen starken Kartoffelbau in dem leichten Sandboden ohne eine Berücksichtigung des Ersatzes des Kalis übt, wird bald sehen, daß er ohne die kalihaltigen Düngemittel nicht weit kommt.

Auch in dem besseren Sandboden, dem eigentlichen Kartoffel- und Roggenboden, wird die Kalidüngnng noch mit großem Erfolge angewendet. Man sehe nur die im vorhergehenden aufgeführten Versuche durch und man wird finden, daß ein großer Teil derselben mit Erfolg in dem lehmigen Sand und selbst dem sandigen Lehm ausgeführt wurde. Jedenfalls ist,

auch wenn andere, weniger kalibedürftige Feldfrüchte in diesen an und für sich kalireicheren Böden ohne eine Kalidüngung geraten, zu versuchen, ob die Kalisalze für Kartoffeln eine Wirkung ausüben. Man wird gewiß nicht selten finden, daß dieser Fall eintreten wird.

In den besseren Bodenarten, d. h. in dem Lehm- und Thonboden, haben sich die Kalisalze bis jetzt noch nicht recht einbürgern wollen. Sei es, daß der Boden an und für sich so große Kalimengen enthält, daß er für lange Reihen von Kartoffelernten genügend herzugeben vermag, sei es, daß in diesem Boden selten ein sehr intensiver Kartoffelbau betrieben wird, kurz, über sichere Erfolge der Kalisalze für Kartoffeln in dem Lehmboden kann nach der vorhandenen Literatur nicht berichtet werden.

Man möge von Zeit zu Zeit kontrollieren, wie sich die Kaliwirkung stellt, aber ein sehr günstiges Prognostikon ist für die Kalisalze in diesem Boden kaum zu stellen.

Zuweilen wirken aber die Kalisalze in Bodenarten, in denen man es kaum erwarten sollte. Dieses beweist z. B. ein Versuch von König in einem Grauwackeschieferboden, dessen Analyse leider von K. nicht mitgeteilt wird. Dieser Boden würde von vornherein wahrscheinlich nicht als besonders kaliarm angesprochen worden sein, und trotzdem äußerten die Kalisalze in demselben eine hervorragende Wirkung.

Man wird also unter allen Umständen die Anwendung der Kalisalze im Moor- Sand und lehmigen Sand, und zwar ohne weitere Prüfung vorzunehmen haben. In allen anderen Bodenarten versuche man die Anwendung der Kalisalze, sobald die statischen Rechnungen einen Fehlbetrag für das Kali ergeben.

6. Die beste Fruchtfolge für die Kartoffel in dem kalibedürftigen Boden.

Da die Kartoffel den Stalldünger sehr gut verwertet, kommt sie meistens in erster Stelle in der Fruchtfolge, d. h. in der Stallmistdüngung, zu stehen. Auf dieselbe pflegt im leichteren Boden fast immer Roggen zu folgen und sie ist auch erfahrungsmäßig für den Roggen eine gute Vorfrucht, nnter der Voraussetzung, daß sie früh genug das Feld räumt, um eine ordnungsgemäße, sorgfältige und frühzeitige Bestellung des Roggens zu gestatten. Aus diesem Grunde wählt man auch mit Recht als Vorfrucht des Roggens niemals spätreifende Kartoffelsorten, sondern muß sich mit frühreifenden, die leider häufig nicht die höchsten Erträge geben, begnügen. Aus Rücksicht auf den folgenden Roggen ist aber in diesem Falle nicht gut anders zu verfahren.

Sonst stellt man auch die Kartoffeln im leichten Boden nach den stickstoffsammelnden Pflanzen und macht dabei sehr gute Erträge. Eine

Fruchtfolge, wie sie Rimpau-Cunrau auf seinen leichteren Feldern einhält, ist z. B.:

Weiße Lupinen in 3 Zentner Kainit;
Kartoffeln in schwacher Stallmistdüngung;
Roggen.

Schultz-Lupitz giebt folgende Fruchtfolge für die Kartoffeln an:

1. Besserer Sandboden.

Roggen in 3 Zentner Kainit und Phosphat;
Kartoffeln in 4 Fudern Stalldünger;
Roggen in Knochenmehl;
Klee;

oder

Roggen in Kainit-Phosphat, die Stoppel mit Lupinen zur Gründüngung bestellt;
Kartoffeln in Stalldünger;
Roggen oder Hafer;
Wundklee;

oder

Roggen in Kainit-Phosphat, in die Stoppel Lupinen bestellt;
Hafer;
Kartoffeln in Stalldünger;
Wundklee.

2. Leichterer Sandboden.

Lupinen in Kainit;
Kartoffeln;
Roggen;

oder

Lupinen in Kainit zur vollen Gründüngung untergepflügt;
Roggen in Phosphat;
Kartoffeln in schwacher Stalldüngung u. s. w.

Jedenfalls ist es ein allgemein eingehaltenes Prinzip, daß man die Kartoffeln in Rücksicht auf ihr hohes Stickstoffbedürfnis entweder in frische Stallmistdüngung oder nach ausgiebigen Stickstoffsammlern anbaut, und häufig wird man neben dem durch die Stickstoffsammler beschafften Stickstoff noch eine Stallmistdüngung lohnend finden.

7. Die für die Kartoffeln geeigneten Kalisalze. Die beste Zeit der Anwendung der Kalisalze für die Kartoffeln. Der Einfluß der Kalidüngung auf den Stärkemehlgehalt der Kartoffeln.

Diese drei Fragen lassen sich nicht voneinander trennen, denn sowohl die Zusammensetzung der verschiedenen im Handel vorkommenden Kalisalze, wie die Zeit der Anwendung derselben, übt einen bemerkenswerten Einfluß auf den Stärkemehlgehalt der Kartoffeln aus.

Daß der Stärkegehalt durch die Anwendung der rohen Staßfurter Salze in erheblichem Maße beeinträchtigt werden kann, ist eine Erfahrung, welche man gleich nach den ersten Anwendungen der Kalisalze machte, und es ergab sich bald, daß dieser ungünstige Einfluß auf den Stärkegehalt den in diesen Salzen vorkommenden Chlorverbindungen, wenigstens größtenteils, zuzuschreiben ist.

Beispiele für diese Depression und ihre Höhe finden sich in der Literatur zahlreiche, und wir wollen von denselben nur folgende herausgreifen:

Jungk-Wocknin, Märcker, Bericht über die Verhältnisse des Kartoffelbaues, Zeitschr. für Spirit.-Ind., Supplementheft, 1887, S. 79, berichtet über folgende Depression:

Schwache Stallmistdüngung	24,0 %	Stärkemehl
Starke "	22,6 "	"
Kainit (Herbst)	20,6 "	"

Hier handelt es sich also um eine Depression von 3,4 bezw. 2,0 % gegen die schwache und starke Stallmistdüngung.

Bei Versuchen von Wildt (Posen. landw. Zentralblatt, 1883, S. 82) wurde der Stärkemehlgehalt der Kartoffeln von 22,10 % ungedüngt durch die Kainitdüngung im Herbst auf 20,10 %, durch diejenige im zeitigen Frühjahr aber auf 19,08 % und durch die Düngung im späteren Frühjahr sogar auf 17,40 %, also um volle 4,70 % herabgedrückt.

Drechsler sah den Stärkegehalt der mit 3 Zentner Kainit im Frühjahr gedüngten Kartoffeln in einem Sandboden von 21,8 auf 17,9 % sinken. (Hannov. land- u. forstw. Vereinsblatt, 1885, S. 588.) Bei einem vergleichenden Versuch, bei welchem die Kartoffeln einen kalifreien Dünger von der Zusammensetzung der im Kainit enthaltenen chlorhaltigen Nebensalze erhielten, wurde der Stärkegehalt auf 18,4 %, also um nicht viel weniger, erniedrigt. Es sind also in der That zum größten Teil die Nebensalze, welche die Stärkeerniedrigung zur Folge haben.

Fittbogen, Biederm. agric.-chem. Zentralblatt, 1880, S. 712, berichtet über folgende Depression:

Ungedüngt	24,9 %	Stärkemehl
2 Ztr. Kainit	22,3 %	„
3 „ „	21,3 %	„

Durch 3 Ztr. Kainit pro Morgen wurde also der Stärkegehalt um 3,6 % deprimiert.

Toppenthal, Zeitschrift für Spirit.-Ind., beobachtete folgende Stärkegehalte bei verschiedenen Düngungen:

Ungedüngt	89,5	Ztr. Kartoffeln pro Morgen	18,2 % Stärkemehl
Chili u. Superph.	104,0	„ „ „	19,9 % „
Kainit u. Superph.	91,5	„ „ „	17,7 % „
2 Ztr. Kainit	103,5	„ „ „	15,6 % „

Hier bewirkten also 2 Ztr. Kainit pro Morgen eine Depression von 4,3 % Stärkemehl.

Eine Düngung mit 1 Ztr. Kainit neben Superphosphat hatte auch schon eine Depression von 2,2 % bewirkt.

Daß die Depression durch die Anwendung des Kainits eine besonders lebhafte ist, wenn dieser neben dem Stalldünger zum Düngen des für die Kartoffeln bestimmten Feldes gebraucht wird, ist eine in der Praxis oft gemachte Erfahrung. Dieselbe hängt offenbar damit zusammen, daß der Stalldünger mit seinen großen Mengen von Stickstoffverbindungen an und für sich, ebenso wie auch der Chilisalpeter und andere stickstoffhaltige Düngemittel, eine Depression hervorruft. Die Neigung zur Erniedrigung des Stärkemehlgehaltes tritt auch dann hervor, wenn man zu den Kartoffeln einen Stalldünger verwendet, welchen man durch Einstreuen von Kainit in den Ställen oder auf die Düngestätte konservierte. Hierüber liegen exakte Versuche von Holdefleiß vor, welche in vielen Beziehungen lehrreich sind.

Mit einem nach den Angaben von Holdefleiß, teils mit Superphosphatgyps, teils mit Kainit und durch Erdbedeckung konservierten Stalldünger erntete man auf einem Morgen je:

	Ztr. Kartoffeln	% Stärke	Ztr. Stärke pro Morgen
Ungedüngt	101,1	20,20	20,45
Stalldünger ohne Beimengung	109,3	19,1	20,88
Dünger mit Superph.-Gyps konserv.	135,1	19,5	26,34
„ „ Kainit „	117,3	17,4	20,41
„ „ Erdbedeckung „	129,2	18,5	23,90

Die Depression durch den mittelst Kainit konservierten Stalldünger war 2,8 %, also eine immerhin ansehnliche; man kann überhaupt an-

nehmen, daß bei einer direkten Anwendung der üblichen Kainitmenge von 2 bis 3 Ztr. pro Morgen eine Depression von circa 3 % im Stärkemehlgehalt zu erwarten steht. Übrigens geht aus diesem Versuche hervor, daß auch die reine Stallmistdüngung einen gewissen deprimierenden Einfluß auf den Stärkegehalt besaß, der durch eine Beigabe von Phosphat nicht vollständig aufgehoben werden konnte. Ferner zeigen aber auch die Holdefleiß'schen Versuche, daß die Kartoffeln gegen die im Stalldünger bei der Gährung entstehenden, leicht löslichen Stickstoffverbindungen sehr dankbar sind, denn der mit Superphosphatgyps konservierte Stalldünger unterschied sich von dem mit Kainit konserviertem nur dadurch, daß letzterer die Stickstoffverbindungen des Strohs und der Excremente in vollkommen unverändertem Zustande, ersterer aber zum erheblichen Teil in Salpetersäureverbindungen übergeführt enthielt. Hierdurch wurden im ersteren Falle 135, im letzteren aber nur 117 Ztr. Kartoffeln erzeugt.

Über den Einfluß, welchen der Kainit dabei auf die Zusammensetzung der Kartoffel ausübt, sind von dem Verfasser in Gemeinschaft mit Gräger einige Untersuchungen ausgeführt. (Zeitschrift für Spirit.-Ind., 1884, Vortrag vor der Generalversammlung der Spirit.-Fabrikanten.)

Es betrug die Stärkedepression durch eine im Frühjahr gegebene Kainitdüngung von 3 Ztr. pro Morgen auf einem Sandboden:

Ohne Kainit	22,2 %	Stärkemehl
Mit Kainit	19,0 %	„
Depression	3,2 %	Stärkemehl

Die Depression war also die normale und das Material zur Untersuchung geeignet. Es wurde nun gefunden in den Kartoffeln:

Ohne Kainit	0,83 %	Stickstoff
Mit Kainit	1,24 %	„
Mehr durch Kainit	0,41 %	Stickstoff

Die Form des Stickstoffs wurde ferner dadurch bestimmt, daß man die in Form von Amiden vorhandenen Mengen ermittelte, dieselben waren von 100 Teilen vorhandenen Stickstoffs:

Ohne Kainit	26,5 %	Amidstickstoff
Mit Kainit	49,2 %	„
Mehr mit Kainit	22,7 %	Amidstickstoff

In den mit Kainit gedüngten Kartoffeln war demnach sehr viel mehr Stickstoff enthalten gewesen, und vor allen Dingen war dieser Stickstoff zum größeren Teil in Form von Amiden vorhanden gewesen. Dieser

Umstand spricht dafür, daß die Kartoffeln unter dem Einfluß der Kainitdüngung unreif geblieben sind, denn unreife, junge Pflanzen sind regelmäßig amidreicher als ausgereifte, und man kann den Amidgehalt gewissermaßen als ein Maß für den Reifezustand betrachten. Dafür spricht aber auch der niedrigere Stärkegehalt der mit Kainit oder überhaupt chlorhaltigen Kalisalze gedüngten Kartoffeln und vor allem auch die Entwickelung der Kartoffelpflanze unter dem Einfluß der Kainitdüngung. Aus den vom Verfasser mehrfach veranstalteten Enquêten über die Entwickelung der Kartoffeln geht hervor (dieses ist übrigens in der Praxis schon längst bekannt), daß die mit Kainit gedüngten Kartoffeln viel länger grün bleiben als die ohne Kainit gedüngten — kurz, alles stimmt darin überein, daß die Anwendung des Kainis und der chlorhaltigen Staßfurter Salze überhaupt eine Neigung zur Spätreife zur Folge hat, sodaß die im Herbst geernteten Kartoffeln noch nicht ausgereift sind und demnach einen niedrigeren Stärkegehalt besitzen. — Dieses ist die naturgemäße Erklärung der stärkedeprimierenden Eigenschaft der Kalisalze. So bedauerlich dieselbe ist, so begreiflich ist sie dadurch, daß die Kalisalze die Kartoffel, wie übrigens auch alle anderen Pflanzen, zu einer üppigeren, länger vorhaltenden Vegetation anregen. Wir werden übrigens weiter unten zeigen, daß man, nach den neueren Erfahrungen, keine Besorgnis vor der Depression der Stärke zu haben braucht, wenn man die Anwendung der Kalisalze sachgemäß betreibt.

Zunächst wollen wir aber untersuchen, welche Kalisalze vor allem eine starke Depression des Stärkegehalts hervorbringen. Leider liegen hierüber nur einzelne Versuche vor, jedoch darunter ein ausgedehnter von Schultz-Lupitz durchgeführter, über den wir zunächst berichten wollen.

Der Versuch wurde derart ausgeführt, daß auf einem im Vorjahre mit Lupinen bestellten Felde Kartoffeln angebaut wurden. Die Lupinen hatten zum Teil in einer Kainitdüngung gestanden, zum Teil waren sie ohne eine solche angebaut worden, die Wirkung der Kainitdüngung für die Lupinen zeigte sich in der bedeutenden Steigerung der Kartoffelerträge auf der betreffenden Hälfte des Feldes, denn während von den nach Lupinen ohne Kainit angebauten Kartoffeln nur 52,8 Zentner Kartoffeln pro Morgen geerntet wurden, stieg die Ernte durch die Kalidüngung der Vorfrucht auf 68,9 Zentner; durch die Beigabe von Chilisalpeter auf dieser wiederum halbierten Hälfte erhöhte man den Ertrag sogar auf 73,7 Zentner. Die Zahlen für die Wirkung der verschiedenen kalihaltigen Düngemittel sind folgende:

Düngung pro Morgen am 11. April	Vorfrucht Lupinen ohne Kainit I.		Vorfrucht Lupinen in 3 Ztr. Kainit			
			II. Kartoffeln ohne Chili		III. Kartoffeln m. 50 Pfd. Chili pro Morgen	
	Ertrag Ztr.	Stärke %	Ertrag Ztr.	Stärke %	Ertrag Ztr.	Stärke %
Ungedüngt	24,9	19.0	52.8	18.9	57.2	17.9
300 Pfd. Kainit	56.7	17.7	69.4	18 1	74.4	17.4
75 „ Schwefels. Kalium	57.1	19.0	71.1	18.8	78.5	18.5
150 Pfd. gereinigte Kalimagnesia	57.9	18.1	72.9	18.5	79.0	16.7
75 Pfd. Chlorkalium	52.9	18.0	66.0	18.1	72.6	16.9
90 „ Kohlens. Kalium	53.3	19.1	65.4	19.4	70.4	18.8
300 Pfd. Carnallit	44.3	17.6	64.1	16.6	71.2	16.5
300 Pfd. Polyhalit	49.1	18 4	65.9	18.2	72.8	17.3
400 „ Krugit	56.2	18.4	76.2	18.4	70.9	18.1
Mittel der Kali-Versuche	52.8	18.3	68.9	18.3	73.7	17.5

Aus diesen Versuchen ist folgendes zu ersehen:

1) Im allgemeinen erhöhen alle verschiedenen Kalisalze den Ertrag ziemlich gleichmäßig, wenn hie und da einige Unterschiede vorkommen, so sind sie wohl als Versuchsfehler anzusehen, jedenfalls sind sie aber zu unbedeutend, um zu einem anderen Schluß, als zu demjenigen zu kommen, daß alle Salze, mochten sie reine oder rohe, schwefelsaure, kohlensaure oder Chlorverbindungen sein, den Ertrag gleich beeinflußt haben.

2) Durch den Anbau von Kartoffeln nach den mit Kali zu einer erhöhten Ertragsfähigkeit gebrachten Lupinen wurde eine Erniedrigung des Stärkemehlgehalts nicht beobachtet, denn in beiden Fällen war der mittlere Stärkegehalt der Versuchskartoffeln 18,3 %.

3) Dagegen wurde der Stärkemehlgehalt merklich durch die Chilisalpeterdüngung beeinflußt, indem er um 0,8 % erniedrigt wurde.

4) Eine Depression des Stärkemehlgehalts durch die Düngung mit reinem schwefelsauren und kohlensauren Kalium ist nicht eingetreten, denn die Zahlen sind folgende:

	Stärke Proz.
Ungedüngt	19,0
Schwefels. Kali	19,0
Kohlens. Kali	19,1

Dasselbe Verhältnis herrscht auch bei den Kartoffeln von den Feldern, welche nach mit Kainit gedüngten Lupinen mit und ohne eine Chilisalpetergabe angebaut wurden.

Es folgt hieraus, daß die Düngung der Vorfrucht mit reichlichen Kainitmengen in diesem Fall einen ungünstigen Einfluß auf den Stärkegehalt der Kartoffeln nicht mehr gehabt hat.

5) Dagegen deprimierten alle übrigen Kalisalze, direkt zu den Kartoffeln gegeben, den Stärkegehalt in merklicher Weise.

Solches ist auch bei dem Krugit und Polyhalit eingetreten, wenn auch in geringerer Weise als bei den chlorreicheren Salzen:

	I.	II.	
Ungedüngt	19,0	18,9	% Stärke
Polyhalit	18,4	18,2	" "
Krugit	18,4	18,4	" "

6) Auch die gereinigte schwefelsaure Kalimagnesia wirkte noch in gewissem Maße deprimierend;

Kalimagnesia	18,1	18,5	% Stärke

7) Am stärksten war begreiflicherweise die Depression bei den chlorhaltigen Salzen und zwar auch bei dem Chlorkalium, trotzdem davon nur 75 Pfd pro Morgen gegeben waren:

Ungedüngt	19,0	18,9	% Stärke
Chlorkalium	18,0	18,1	" "
Kainit	17,7	18,1	" "
Carnallit	17,6	16,6	" "

Hieraus ergiebt sich die große Gefahr, welche man bei der Anwendung der chlorhaltigen Salze im Frühjahr läuft. Vor allem ist es nach obigen Zahlen ganz unzulässig, den Carnallit (derselbe besteht ausschließlich aus Chlorverbindungen) im Frühjahr zu geben.

Leider liegen keine ähnlichen Versuche über dieselben Salze bei der Darreichung im Herbst vor, aber immerhin ist es ein wichtiges Ergebnis dieser Versuche, daß die zur Vorfrucht gegebenen Kalisalze einen schädigenden Einfluß auf die Kartoffel als Nachfrucht nicht mehr ausüben.

Über die Anwendung der Kalimagnesia berichtet auch Guradze-Kotlischowitz in der Zeitschrift für Spirit.-Ind. Auf einem rohen eisenschüssigen Sandboden wurden folgende Erträge erzielt:

	Kartoffeln Ztr.	Stärke Proz.	Stärke kg
Ohne künstl. Dünger (90 Ztr. Stalldünger pro Morgen)	72,2	15,1	545
25 kg Kalimagnesia	84,7	15,8	669
25 " " 25 Superph.	84,3	16,0	674
25 " " 25 " 25 Chili	88,1	16,4	727

Auf einem Normal-Kartoffelboden wurden geerntet (frühe Rose):

	Kartoffeln Ztr.	Stärke Proz.	Stärke kg
Ohne künstl. Dünger (80 Ztr. Stalldünger)	82,0	16,6	681
35 kg Super. 35 kg Chili	86,0	16,0	688
35 „ „ 35 „ „ 50 kg Kalimagn.	96,3	15,5	746

In dem ersten Fall bewirkte die Kalimagnesia keine Erniedrigung des Stärkemehlgehalts, in letzterem aber eine solche von 1,1 %, was in Übereinstimmung mit den Schultz'schen Versuchen steht.

Daß der Krugit in gewissem Maße deprimierend auf den Stärkemehlgehalt wirkt, wird auch durch andere Versuche als diejenigen von Schultz-Lupitz dargethan.

Karbe-Kutschow (Deutsche landwirtschaftliche Presse, 1884, N. 89) beobachtete:

	Kartoffeln Ztr.	Stärke Proz.	Ztr. Stärke pro Morgen
Ohne Krugit	80,1	18,53	15,0
Mit Krugit	93,6	18,06	16,9

Kette-Jassen führte folgenden Versuch aus (Wochenschrift der Pomm. ökon. Gesellschaft, 1884, S. 27):

	Proz. Stärke	
Stallmist und Lehmmergel	21,25	
„ „ „ Krugit	19,25	
„ allein	21,00	
„ und Krugit	20,25	Dabersche Kartoffeln
Kalkmergel allein	24,50	
„ Krugit	20,25	
Compost, Mergel, Stallmist	22,25	
Dasselbe und Krugit	16,75	Blaubunte Kartoffeln
Dasselbe ohne Krugit	22,75	
Dasselbe mit Krugit	15,25	

Ob die hierbei beobachtete, außergewöhnlich große Stärkedepression in der That nur dem Krugit oder auch anderen Verhältnissen zugeschrieben werden muß, ist dahinzustellen; der Verfasser kann sich wenigstens kaum entschließen, die Stärkedepression von 7,50 % allein auf die Rechnung des Krugits zu schreiben.

Über den Einfluß des zu verschiedenen Zeiten gegebenen Kainits liegen Versuche von Wildt in Posen vor:

Die Zahlen derselben sind folgende:

	Kartoffeln kg pro ha	Stärke Proz.	Stärke kg
Ungedüngt	15642	22,10	3460
Ammoniak Supherphosphat	16410	21,35	3520
Ammon. Sup. und schwefels. Kali	19840	20,25	4020
dazu Kainit im Herbst	20400	20,10	4180
„ „ „ zeitigen Frühjahr	19680	19,08	3760
„ „ 4 Wochen vor der Saat	19600	18,48	3620
„ „ kurz vor der Saat	20160	17,40	3500

Durch die Anwendung des Kainits im Frühjahr wurden zwar nach diesem Versuch nicht erheblich weniger Kartoffeln geerntet, aber der Stärkemehlgehalt wurde umso ungünstiger beeinflußt, je später der Kainit gegeben wurde. Allerdings deprimierte auch schon der im Herbst gegebene Kainit in gewisser Weise, nämlich um 2 %, eine Thatsache, welche wir hierdurch konstatiert haben wollen, aber die Depression wurde eine ganz außergewöhnlich hohe, als die Gabe erst im späten Frühjahr erfolgte. Wir wollen der Übersicht halber die betreffenden Zahlen aus der Tabelle herausziehen:

	Stärkemehl Proz.	Depression Proz.
Ungedüngt	22,10	—
Kainit im zeitigen Frühjahr	19,08	3,02
„ „ späteren „	18,48	3,62
„ bei der Bestellung	17,40	4,70

Hiernach ergiebt sich die absolute Unzulässigkeit der Kainitgabe kurz vor der Bestellung, aber auch noch die große Gefahr, welche man läuft, wenn man den Kainit auch zeitig im Frühjahr giebt; denn es bleibt hier immerhin noch eine Depression von über 3 % bestehen. Allerdings wird die in der direkten Düngung mit Kainit liegende Gefahr durch die Herbstanwendung auch nicht vollkommen beseitigt, sodaß wir immer wieder darauf zurückkommen, daß es am vorteilhaftesten ist, die Kartoffeln nicht durch eine direkte Düngung, sondern durch den Stalldünger und daneben durch eine starke Düngung der Vorfrucht mit Kali zu versehen, denn daß sie diese Düngung der Vorfrucht ausnutzt, haben wir oben dargelegt.

Auch Fleischer führte einige Versuche über die beste Zeit der Kalianwendung zu Kartoffeln auf Moorboden aus; dieselben sind indessen zu Betrachtungen über die durch die Anwendung des Kainits eintretende Depression der Stärke weniger geeignet, als die Kartoffeln unter den betreffenden Verhältnissen außergewöhnlich stärkearm waren:

	Kartoffeln	Stärke
Ohne Kainit (nur N. und Phosphors.)	7263 kg	14,08 %
Kainit Herbst	8788 „	13,96 „
Kainit Frühjahr	9875 „	13,73 „

Hier hatte also der im Frühjahr gegebene Kainit quantitativ besser gewirkt als der im Herbst gegebene, dagegen war dieses bei einem anderen Versuch von Fleischer nicht der Fall gewesen, wo die Wirkung der Frühjahrsanwendung weit hinter der Herbstanwendung zurückblieb:

Ohne Kainit	12 338
Kainit 17. März	18 763
Kainit 26. April	15 876

Mögen diese Versuche auch nicht ganz vollständig sein, so viel geht aber aus denselben hervor, daß man durch die Herbstanwendung im allgemeinen dieselbe Ertragserhöhung als durch die Frühjahrsanwendung erhält und dabei eine geringere Gefahr der Stärkedepression läuft. Wenn man daher glaubt, den Kainit direkt zu den Kartoffeln verwenden zu müssen, so ist die Herbstanwendung geboten, man muß sich aber darüber klar sein, daß man dadurch die Stärkedepression nur zum teil, keineswegs aber vollständig vermeidet.

Von sonstigen noch zur Prüfung gekommenen Kalisalzen ist endlich noch der Kalisalpeter zu nennen, welchen Adler in verschiedenen Versuchsreihen prüfte. Die Ergebnisse waren folgende:

Phosphorsäure ohne Stickstoff	123,9	Meter-Zentner pro	ha
„ und Natronsalpeter	170,8	„ „	„
„ „ Kalisalpeter	285,3	„ „	„

Der Kalisalpeter stellt demnach, woran übrigens kaum zu zweifeln war, da man seine Wirkung von zahlreichen Vegetationsversuchen her kannte, eine sehr günstige Form der Kaligabe dar.

Dasselbe Resultat wurde von Edler bei späteren Versuchen erhalten:

	1880	1881	
Ungedüngt	20 650	25 490	Meter-Zentner pro ha
Natronsalpeter	22 450	30 660	„ „ „
Kalisalpeter	23 190	33 560	„ „ „

Da der Kalisalpeter aber ein teueres Salz ist, und man sich die Düngung von der gleichen Wirkung aus Kainit und dem billigeren Natronsalpeter zusammensetzen kann, so wird derselbe unter den augenblicklichen Verhältnissen kaum in Frage kommen. Dagegen ist gelegentlich ein aus den Mutterlaugen des Chilisalpeters gewonnener kalireicher Natronsalpeter

im Handel zu haben und dieser kann nach den Edlerschen Versuchen mit Recht empfohlen werden.

Die in diesem Abschnitt gewonnenen Ergebnisse sind so wichtiger und für den Anbau von stärkereichen Kartoffeln nützlicher Art, daß wir dieselben in einen kurzen Rückblick zusammenfassen wollen.

Rückblick.

1) Die verschiedenen für die Düngung in Frage kommenden Kalisalze erhöhen den Ertrag kalibedürftiger Bodenarten in ziemlich gleicher Weise, sodaß kein Vorzug des einen Salzes vor dem anderen besteht. Bemerkenswert ist, daß man die maximalen Ertragserhöhungen ebensowohl durch billigere Rohsalze als durch die teueren reinen Salze erzielen kann.
2) Von den in Frage kommenden Salzen erniedrigten nur das schwefelsaure und das kohlensaure Kalium den Stärkegehalt der Kartoffeln nicht.
3) Alle anderen Salze brachten dagegen eine wesentliche Depression des Stärkegehalts hervor. Solches war auch der Fall, wenn auch in geringerem Maße, bei dem fast chlorfreien Polyhalit und Krugit, und es muß dahin gestellt bleiben, ob die Magnesia- und Kalksalze derselben diese Wirkung geäußert haben.
4) Die stärkste Depression brachten die chlorhaltigen Rohsalze hervor und zwar, seinem hohen Gehalt an Chlorverbindungen entsprechend, die allerhöchste der Carnalit; die durch den Kainit bewirkte Depression des Stärkegehalts war aber auch noch sehr erheblich. Unter Umständen tritt durch den Kainit eine Stärkedepression von 3 % ein.
5) Diese Depression beruht auf einer Reifeverzögerung, denn die mit Kainit-gedüngten und in ihrem Stärkemehlgehalt geschädigten Kartoffeln bieten alle Anzeichen von unreifen Kartoffeln, d. h. sie sind stickstoffreich und enthalten einen größeren Anteil ihres Stickstoffs in Form von Amiden.
6) Durch die im Herbst erfolgende Anwendung des Kainits wird die Stärkedepression zwar vermindert, aber doch nicht ganz aufgehoben; man kann ungefähr annehmen, daß die Stärkedepression von 3 %, welche bei der Frühjahrsanwendung in Erscheinung tritt, bei der Herbstanwendung etwa auf die Hälfte beschränkt wird.
7) Je später der Kainit angewendet wird, um so stärker deprimiert er den Stärkegehalt. Eine Anwendung im späten Frühjahr ist daher als ganz unzulässig zu bezeichnen.

8) Bei der Anwendung des Kainits zur Vorfrucht der Kartoffel ist eine Depression des Stärkegehalts nicht zu befürchten. Da durch Versuche dargethan ist, daß die Kartoffel das zur Vorfrucht gegebene Kali voll ausnutzt, so ist diese Art der Anwendung, soweit man bis jetzt übersehen kann, die allerrichtigste. Wenn man die Vorfrüchte stark mit Kalisalzen düngt und die Kartoffeln in Stalldünger anbaut, was ja meistens geschieht, dann dürfte nur in den nicht ganz kaliarmen Böden eine direkte Kalidüngung für die Kartoffel unnötig sein; im kaliärmsten Moor- und Sandboden dagegen wird man immerhin an eine mäßige, direkte Düngung, 4—6 Meterzenter Kainit oder 2—3 Meterzentner Kalimagnesia im Herbst, denken müssen.

9) Eine späte Anwendung der Kalisalze ist in mechanisch schwierigeren Bodenarten schon deshalb nicht angebracht, weil die Kalisalze, wie alle salzartigen Düngemittel, die mechanische Beschaffenheit des Bodens in einer höchst unangenehmen Weise beeinflussen. Der Thon-, thonige und eisenschüssige Sandboden neigt nämlich alsdann zu einem, wie sich der Praktiker ausdrückt, Zusammenfließen, er bindet beim darauf folgenden Austrocknen sehr stark ab und erzeugt Krusten, welche der Entwickelung der Pflanzen im höchsten Grade hinderlich sind. Man muß die Hacke in solchen Bodenarten sehr viel häufiger anwenden, um die notwendige Lockerheit des Boden zu erhalten.

10) Endlich hindern die direkt mit der Kartoffel und überhaupt allen jungen Pflanzen in Berührung kommenden Salze die Keimung und erste Entwickelung derselben, sodaß schon aus diesen Gründen eine späte Anwendung der Kalisalze unzulässig erscheint.

11) Auch die Schmackhaftigkeit der Kartoffeln wird nach mehrfach gemachten Angaben durch die späte Anwendung der Kalisalze geschädigt. Dieses ist begreiflich, da die mit Kalisalzen gedüngten Kartoffeln leicht den Charakter von unreifen Kartoffeln haben, denen ein gewisser, unangenehmer Seifengeschmack anhaftet.

12) Von einem gewissen Einfluß auf die Höhe der Depression des Stärkemehles scheint sowohl die Bodenbeschaffenheit wie die Sorte zu sein. Nach Salfelds Angaben beseitigt z. B. die Herbstanwendung von Kainit im Moorboden die Stärkedepression vollkommen, während dieses im Sandboden keineswegs der Fall ist. Offenbar hängt dieses damit zusammen, daß im Moorboden an und für sich schon sehr stärkearme Kartoffeln wachsen, bei denen die Depression nicht in gleicher Weise in Frage kommen kann, als bei den von Natur stärkereicheren Kartoffeln des Sandbodens.

Ebenso werden wahrscheinlich die stärkereicheren Sorten einer größeren Depression unterliegen, als die stärkeärmeren, und bei diesen wird man, wenn der hohe Stärkegehalt erhalten werden soll, besonders vorsichtig mit der Anwendung der Kalisalze sein müssen.

13) Auf Moordammkulturen dürfte die direkte Anwendung der Kalisalze verhältnismäßig am wenigsten schaden.

8. Der Einfluß der Kalidüngung auf die Knollengröße der Kartoffel.

Es ist eine bemerkenswerte Nebenwirkung der Kalisalze, daß die mit denselben gedüngten Kartoffeln nicht nur einen höheren Ertrag geben, sondern daß sich die Ernte aus einem höheren Prozentsatz größerer Kartoffeln, als ohne Kalidüngung erzielt werden, zusammensetzt. Diese Wirkung ist nicht zu unterschätzen, da der Wert der großen Kartoffeln für Exportzwecke häufig ein bedeutend höherer ist, als derjenige der kleineren. Hierüber liegen mehrere Beobachtungen vor, über welche wir im Nachstehenden berichten wollen.

Drechsler, Hannöversches land- und forstwirtschaftliches Vereinsblatt, erntete z. B. mit und ohne Kainitdüngung:

Ohne Kainit	172,5	davon 142,0	Mtr.-Ztr. mittlere u. große Kartoff.
Mit Kainit	212,7	„ 173,3	„ „ „ „ „
Mehr durch Kainit	40,2	31,3	

Die durch die Anwendung des Kainits mehr geernteten Kartoffeln bestanden daher zu drei Vierteln aus mittleren und großen, zum Export geeigneten Kartoffeln.

Bei einer anderen Versuchsreihe waren die Verhältnisse folgende (Drechsler, Journal für Landwirt., 1884, Seite 10):

	mehr durch Kainit	davon große mehr
Vers. 1, Lehmiger Sand	45,8 Mtr.-Ztr.	7,9 %
„ 2, Sand	70,3 „	47,8 „
„ 3, Humusboden	40,7 „	24,7 „

Auch Fleischer teilt in dem dritten Berichte über die Arbeiten der Moorversuchsstation einige dasselbe bedeutende Beobachtungen mit:

1883 ohne Kainit	19 %	große Kartoffeln
„ Kainit Herbst	21 „	„ „
„ „ Frühjahr	27 „	„ „
1884 ohne Kainit	41 „	„ „
„ Kainit 7. März	66 „	„ „
„ „ 26. April	63 „	„ „

Es ist also nicht daran zu zweifeln, daß die Kainitdüngung, wie übrigens jede andere, die Vegetation befördernde (z. B. ebenso wie die Kainitdüngung auch die Stickstoffdüngung) einen günstigen Einfluß auf die Knollengröße der Kartoffel besitzt.

Ob die Behauptung, daß die mit Kalisalzen gedüngten Kartoffeln haltbarer seien, zutreffend ist, mag dahingestellt bleiben. Diese Angabe wurde auf einem Fragebogen der von der Deutschen Landwirtschaftsgesellschaft veranstalteten Enquête gemacht und mag hier registriert werden.

9. Litteratur über die Kalidüngung der Kartoffeln.

Schultz-Lupitz, Die Steigerung der Reinerträge im leichten Boden. Derselbe: Vortrag im Klub der Landwirte: die Verbilligung der landw. Produktion. Wagner, Die Kaliphosphatdüngung. Rimpau-Cunrau, Die Bewirtschaftung des Rittergutes Cunrau. Maercker, Untersuchung über die Wirkung der Kalisalze (Enquête der deutschen landw. Gesellschaft), 1891. Holdefleiß, Konservirung des Stalldüngers, Kartoffeldüngungsversuche, S. 124. Determann, Schleswig-Holsteinsches landw. Zentralblatt, 1888, Düngungsversuche zu Kartoffeln in einem Sandboden 6. Klasse. Versuche von Wagner mit Kartoffeln im Donaumoos; Zeitschr. des landw. Zentral-Vereins für Bayern, 1888, S. 4. Versuche von Dircks und Sebelin an der landw. Akademie zu Aas bei Christiania, aus Biedermanns agric.-chem. Zentralblatt, 1890, S. 811. Wildt, Versuche über Kalidüngung, Posener landw. Zentralbl., 1883, S. 82. Drechsler, Versuche über Kalidüngung, Hannov. land- und forstw. Vereinsbl., 1885, S. 588. Salfeld, Über die Anwendung der Kalisalze für die Moorkultur; Zeitschr. für Moorkultur, 1890, S. 54. Fleischer, Über die Kalidüngung der Kartoffeln auf Hochmoorboden, Zeitschr. für Moorkultur, 1890, S. 159. Derselbe, ebenda, 1880, S. 147. Edler, Über die Wirkung von Kali und Natron-Salpeter, Hannov. land- und forstw. Vereinsblatt, 1886, S. 223. Fittbogen, Biedermann agric.-chem. Zentralblatt, 1880, S. 712, Über Düngungsversuche zu Kartoffeln im Sandboden. Fleischer, Über den Einfluß einer späten Kainitgabe auf den Aufgang der Kartoffeln Biedermann agric.-chem. Zentralblatt, 1880, S. 765. Toppenthal, Düngungsversuche zu Kartoffeln. Zeitschr. für Spirit.-Ind., 1880, S. 309. Guradze-Kotlischowitz, Düngungsversuche zu Kartoffeln mit schwefelsaurer Kalimagnesia, Zeitschr. für Spirit.-Ind. Fleischer, Über den Einfluß der Zeit der

Darreichung des Kainits auf die Höhe des Stärkegehalts der Kartoffeln, Protokolle der 17. Sitzung der Zentral-Moorkommission. Über den Einfluß der Kainitdüngung auf die Zusammensetzung der Kartoffeln, nach Untersuchungen von Maercker und Gräger, Zeitschr. für Spirit.-Ind., Bericht über die Generalversammlung 1884. Über die Anwendung von Krugit zu Kartoffeln neben anderen Düngemitteln, Zeitschr. der pomm. ökonom. Ge- von Karbe-Kurtschow, Deutsche landw. Presse, 1884, Nr. 89. Kette-Jassen, Über die Anwendung von Krugit zu Kartoffeln neben andern Düngemitteln, Zeitschr. der Pommer. Ökonom. Gesellschaft, 1884, 27. Kartoffeldüngungsversuche der Versuchsstation Danzig, Zeitschr. für Spirit.-Ind., 1883, S. 886. Cameron, Versuche mit kalihaltigen Düngemitteln zu Kartoffeln in Irland, schles. Landwirth, 1883, S. 457. Drechsler, Versuche mit Kainit und Vergleichsdünger zu Kartoffeln, Journal für Landwirtsch., 1884, S. 1. König, Düngungsversuche zu Kartoffeln in einem Grauwackeschieferboden. Landw. Zeitschr. für Westfalen und Lippe, 1885, S. 17. Fleischer, Über die Wirkung steigender Kalimengen im Hochmoorboden. Landw. Jahrbücher, 1886, S. 214. Edler (hannov. landw.-forstw. Vereinsblatt, durch Biedermann agric.-chem. Zentralblatt, 1887, S. 601). Über Düngung mit Kalisalpeter zu Kartoffeln. Fleischer, Über die Erfolge der Kalidüngung im Hochmoor, Zeitschr. für Moorkultur, 1890. Über die Anwendung der Kalisalze im Hochmoorboden, Dritter Bericht der Moorversuchsstation zu Bremen, erstattet von M. Fleischer, Supplementheft der landw. Jahrbücher. In diesem Berichte findet sich eine große Reihe von Versuchen über die Wirkung der Kalisalze auf dem Moorboden, so daß eine einzelne Quellenangabe nicht gemacht werden kann. Für das Studium der Kalisalze sind die Teile auf S. 486 u. folg., sowie S. 719—738 die wichtigsten.

Ältere Versuche über die Wirkung der Kalisalze zu Kartoffeln. Da genügende Mengen von neueren, exakt durchgeführten Versuchen vorliegen, haben wir die älteren, zum Teil nach falschen Gesichtspunkten ausgeführten Versuche nur zum sehr kleinen Teil zu berücksichtigen müssen; der Vollständigkeit halber führen wir aber auch diese Versuche in nachstehendem Verzeichnis auf.

Versuch von Cordel mit Kalisalzen, Annalen der Landwirtschaft, 1868, II, 77. Versuche von Guradze-Kotlischowitz, Biedermanns agric.-chem. Zentralblatt, 1876, S. 189. Versuche über die düngende Wirkung von Chlorkalium und schwefelsaurem

Kalium von Moser, Organ des österr. Vereins für Rübenzucker-industrie, 1872, S. 38. Versuche von Henze, Weichnitz, Agronom. Ztg., 1865, S. 155. Weender Düngungsversuche auf einem Fruchtwechselfelde, Journ. für Landw., 1870, S. 228. Düngungsversuche mit verschiedenen Kalisalzen von L. Busse, Journ. für Landw., 1868, S. 67. Versuche von Guradze-Kotlischowitz, Biedermanns agric.-chem. Zentralbl., 1876, S. 186. Derselbe, S. 189. Versuche von Karmrodt, Zeitschr. der landw. Vereine für Rheinpreußen, 1865, S. 9. Düngungsversuche auf dem proskauer Versuchsfelde, Annalen der Landw., Bd. 48, S. 4. Versuche von Moser über die Wirkung verschiedener Kalisalze, Organ der österr. Rübenzuckerindustrie, 1872, S. 37. Düngungsversuche von H. Grouven, Fühlings Neue landw. Ztg., 1872, S. 599. Über die Wirkung verschiedener Kalisalze auf das Wachstum der Kartoffeln, von A. Stöckhardt, Chemischer Ackersmann, 1868, S. 58. Über den Einfluß der Kalidüngung auf Qualität und Quantität der Kartoffelernte, Landw. Jahrb., 1873, S. 166 u. 171. Versuche von Guradze mit schwefelsaurer Kalimagnesia, Biedermanns agric.-chem. Zentralbl., 1876, S. 188. Versuche von Aug. Völcker mit schwefelsaurer Kalimagnesia, Jahresbericht für Agric.-Chemie, 1867, S. 231. Düngungsversuche zu Lauersfort, Annalen der Landw., Bd. 48, S. 3. Brettschneider, Versuche über die Anwendung verschiedener Kalisalze, Jahresbericht für Agric.-Chemie, 1870, S. 245. Versuche von Grouven, Fühlings Neue landw. Ztg., 1872, S. 600. Versuche von O. Lehmann über die Wirkung verschiedener Kalisalze, Chem. Ackersmann, 1869, S. 129. Versuche von Wendhausen, Biedermanns agric.-chem. Zentralblatt, 1876, S. 193. Versuch mit Kalisalzen von Karmrodt, Jahresbericht für Agric.-Chemie, 1866, S. 280. Bericht der Zentralkommission für das preußische Versuchswesen, Annalen der Landw., Bd. 48, S. 1. Kartoffeldüngungsversuche von Grouven, Fühlings Neue landw. Ztg., 1868, S. 12.

V. Die Anwendung der Kalisalze für die Düngung der Zuckerrüben.

Die Litteratur über die Anwendung der Kalisalze für die Düngung der Zuckerrüben weist zeitweise große Lücken auf. Dieses hat seine Ursache darin, daß der Anbau der Zuckerrüben lange Zeit ausschließlich auf den humosen, kalireichen Lehmboden beschränkt geblieben ist, auf dem natürlich die Kalisalze nur dann eine Wirkung äußern konnten, wenn eine starke Erschöpfung durch den oft wiederholten Anbau von kalizehrenden Pflanzen eingetreten war, ohne daß ein Ersatz stattgefunden hätte. Die Versuche, welche man bald nach der Aufschließung der Staßfurter Kalilager in Angriff genommen hat, sind denn auch zum großen Teile wenig ermutigender Natur gewesen und haben zur Folge gehabt, daß man der Kalifrage bei dem Zuckerrübenbau eine sehr geringe Beachtung geschenkt hat und viele Jahre ist bei demselben überhaupt nicht mit Kalisalzen gedüngt worden. Seitdem sind nun aber mehr als zwei Jahrzente verflossen, innerhalb derer ein sehr starker Rübenbau und damit eine sehr erhebliche Veränderung des Kalivorrats des Bodens ausgeübt wurde, so daß man jetzt auch in dem Lehmboden der Anwendung der Kalisalze, zum Teil auch, weil man sich noch immer der Meinung hingiebt, daß die Rübenmüdigkeit mit durch eine Erschöpfung an Kali hervorgebracht oder doch wenigstens verstärkt werde, eine erneute Aufmerksamkeit zu widmen beginnt. Dazu kommt, daß man mit dem Anbau der Zuckerrübe längst über den Lehmboden hinausgegangen ist. Zunächst war es der sandige Lehm, den man heranzog, um ein erweitertes Areal für den Rübenbau zu gewinnen, dann ging man zum reinen Sandboden über und fand zum Erstaunen, daß auch hier die Rübe gedieh, wenn man sie nur rationell düngte und pflegte. Endlich beginnt man sogar auf den Moorkulturen Zuckerrüben anzubauen, und zwar, wie weiter unten gezeigt werden soll, mit recht gutem Erfolge. Damit ist man aber auf Bodenarten gekommen, die kaliarm und kalibe-

dürftig sind und die Frage der Kalidüngung ist für dieselben eine brennende geworden. Die reiche Litteratur der letzten Jahre auf diesem Gebiete beweist, wie groß das Interesse an dieser Frage ist.

1. Die dem Boden durch die Zuckerrübe entzogenen Kalimengen.

Der Kalibedarf einer Zuckerrübenernte ist ein sehr hoher, da die Rübe eine spezifische Kalipflanze ist und die hohen Ernten, welche man mit dieser Pflanze machen kann, den Kalivorrat des Bodens sehr in Anspruch nehmen.

Es ist nun enthalten in einer Zuckerrübenernte von verschiedener Höhe (wir lassen die Phosphorsäuremenge an dieser Stelle fort und beschränken uns bezüglich der Zuckerrübe ausschließlich auf die Verhältnisse der Kalidüngung, da die Phosphorsäure- und die Stickstoffdüngung der Zuckerrüben ein Kapitel für sich bildet, welches nicht so nebenher in kurzen Zügen zu erledigen ist.)

Hohe Ernte 500 Meter-Zentner Zuckerrüben pro ha

In den Rüben	190	kg	Kali
„ „ Blättern	40	„	„
Summa	230	kg	Kali

Mittlere Ernte 320 Meterzentner pro ha:

In den Rüben	121,6	kg	Kali
„ „ Blättern	26,0	„	„
Summa	147,6	kg	Kali

Niedrige Ernte 240 Meterzentner:

In den Rüben	91,2	kg	Kali
„ „ Blättern	16,0	„	„
Summa	107,2	kg	Kali

Diese Zahlen lehren, wie hoch der Kalibedarf der Zuckerrübe ist; es ist, ohne daß ein hoher Kalivorrat in dem Boden enthalten ist, oder eine große Kalimenge durch die Düngung zugeführt wird, mit Erfolg der Anbau der Zuckerrübe nicht zu betreiben.

Es würden an Kainit, dem gebräuchlichsten kalihaltigen Düngemittel, zur Produktion obiger Ernten nötig sein:

Hohe Ernte	18 Meter-Zentner pro ha	(9 Zentner pro Morgen)
Mittelernte	12 „ „ „ „	(6 „ „ „)
Niedrige Ernte	9 „ „ „ „	($4^1/_2$ „ „ „)

Da man sich nun darauf einrichten muß, eine hohe Ernte durch den Düngervorrat des Bodens machen zu können, wenn die atmosphärischen Verhältnisse günstig sind, so muß man im Boden mindestens für einen Kalivorrat sorgen, welcher 15 Meterzentner Kainit pro ha entspricht. Daß man diese Menge nicht immer direkt zu den Rüben geben kann, leuchtet ein, und deshalb ist ein vernünftiger Kalihaushalt des Bodens bei dem Anbau der Zuckerrübe in kaliärmeren Bodenarten noch mehr als bei allen anderen Feldfrüchten anzustreben. Glücklicherweise scheint die Rübe eine Pflanze zu sein, welche ein sehr großes Assimilationsvermögen für das in dem Boden enthaltene Kali besitzt, denn anders wäre es nimmermehr möglich, daß sie solange ohne eine Kalidüngung (und auf Pachtäckern oft auch lange Jahre ohne eine Stallmistdüngung) angebaut werden konnte. Daraus ergiebt sich aber die Hoffnung, daß die den Vorfrüchten gegebene Kalidüngung zum Teil der Rübe als Nachfrucht zu Gute kommt, wie wir dieses später noch wiederholt hervorheben werden. Ohne dieses starke Assimilationsvermögen würde es gar nicht möglich sein, in dem Sandboden mit Vorteil Rübenbau zu betreiben, denn, wie gesagt, soviel Kali, als die Rübe gebraucht, kann man ihr durch eine direkte Düngung dort nicht überall zuführen.

2. Der Anbau der Zuckerrüben mit Hülfe der Kalidüngung auf Moorkulturen.

Man hat es früher für vollkommen ausgeschlossen gehalten, daß auf den nach dem System Rimpau-Cunrau angelegten Moorkulturen Zuckerrüben gedeihen könnten — in einer Weise, daß dieselben für die Fabrikation brauchbar wären; der Gegenbeweis, daß dieses sehr wohl möglich ist, kann aber längst als geführt betrachtet werden. Es kommt nur darauf an, daß die Verhältnisse richtig gestaltet werden. Gerade der Anbau der Rüben auf Moorkultur fordert aber sehr zu interessanten Betrachtungen heraus.

Vorweg soll bemerkt werden, daß ohne das Eingreifen der rationell und erfolgreich betriebenen Zuckerrübenzüchtung ein Anbau von Zuckerrüben auf den Moorkulturen schwerlich jemals möglich geworden sein würde. Früher waren die Rüben gegen die Einflüsse des Bodens, der Düngung, der atmosphärischen Verhältnisse weit empfindlicher als jetzt. Durch die Auswahl nach dem Zuckergehalt haben aber die Rüben einen solchen konstanten Artcharakter bekommen, daß man ihnen manches zumuten kann, woran früher nicht zu denken war.

Unter anderem sind sie entschieden unempfindlicher gegen die Einflüsse der Düngung geworden — ganz bestimmt kann dieses aus der Erfahrung des Zuckerrübenbaues in dem humosen Lehmboden für die Stickstoffdüngung

angenommen werden; denn während früher Beschränkungen bezüglich der Höhe der Stickstoffdüngung gerechtfertigt waren und man ganz mit Recht eine übermäßig große Anwendung des Chilisalpeters verbot, ist dieses Verbot längst hinfällig geworden und man hat sogar eingesehen, daß eine reichliche Stickstoffdüngung der Rübe sehr heilsam ist, wenn man nur eine gut gezüchtete Sorte anbaut. Hat man doch sogar das Verbot der Anwendung des Stalldüngers für die Zuckerrübe längst fallen gelassen und findet, daß dieser ein erwünschtes Gegengewicht gegen die durch die salzartigen Düngemittel mit der Zeit eintretende mechanische Verschlechterung des Bodens ist. Bei den Moordämmen kommen nun aber außer den hohen Stickstoffmengen, welche den Rüben durch die fortschreitende Zersetzung der Moorsubstanz zugehen, die in den notwendigerweise zuzuführenden Kalisalzen enthaltenen zuckererniedrigenden Nebensalze in Frage und man konnte, da man auf die Dauer ohne eine direkte Kalidüngung der Rüben nicht wirtschaften konnte, sehr große Sorge tragen, ob diese Nebensalze nicht früher oder später durch die Erniedrigung des Zuckergehalts den Rübenbau auf den Moordämmen unmöglich machen würden.

Daß eine direkte Kalidüngung zu den Rüben auf Moordämmen nicht zu entbehren ist, ergiebt sich aus den über die Nährstoffentnahme bei einer gewissen Fruchtfolge anzustellenden statischen Berechnungen. Nimmt man an, daß alle vier Jahre Rüben im Wechsel mit Halmfrüchten angebaut werden sollen, so findet dabei folgende Nährstoffentnahme statt:

				Kali	Phosphorsäure
3 Halmfruchternten	zu	20 Ztr.	Körnern	23,5 Pfd.	32,7 Pfd.
„ „	„	30 „	Stroh	146,7 „	25,2 „
1 Zuckerrübenernte	„	200 „	Rüben	76,0 „	18,0 „
„ „	„	80 „	Blätter	32,0 „	5,6 „
		Summa		278,2 Pfd.	81,5 Pfd.

Die Kalimenge, welche dann mit Ausschluß der Zuckerrüben für das Getreide in drei Jahren gegeben werden müßte, würde 22 Zentnern Kainit entsprechen und es müßten somit für das Getreide alljährlich 7—8 Zentner Kainit pro Morgen, also eine wahrscheinlich schädliche Menge, gegeben werden und damit würde man nur eben einen Ersatz eintreten lassen und gerade genug für die Erzeugung obiger Mengen darreichen, während die Praxis lehrt, daß man nur mit einem gewissen Überschuß zum Ziele kommt. Außerdem beruhen obige Annahmen darauf, daß nicht mehr als 200 Zentner Rüben geerntet werden könnten. Nun existieren aber, wie gleich dargethan werden soll, Angaben über Rübenernten von 250—350 Zentner auf Moorkulturen und dadurch wird natürlich der Anspruch an die Kalimenge im Boden entsprechend höher, und für die Erzeugung dieser Maximalerträge

würden jährlich noch etwa 2 Zentner Kainit pro Morgen für das Getreide hinzukommen. Es bleibt daher nichts anderes übrig, als die direkte Kalidüngung für die Zuckerrüben zu versuchen und daß dieses mit Erfolg geschehen ist, lehren die nun zu gebenden Ausführungen.

Über die ersten Erfolge des Anbaues von Zuckerrüben auf Moordämmen berichtet Rimpau-Curau in der Beschreibung seiner Wirtschaft auf Seite 24. Zuckerrüben, welche zuerst aus Besorgnis vor den schädlichen Wirkungen der Kalisalze nur in einer schwachen Kalidüngung angebaut wurden, gaben 1884 200 Zentner pro Morgen mit 12 % Zucker; 1884 wurden dieselben aber schon in 4 Zentner Kainit und 40 Pfund Phosphorsäure angebaut und gaben bei einer Reihenentfernung von 14 Zoll und einem Stande in den Reihen von 10 Zoll:

Klein Wanzlebener	343½ Ztr.	mit 11,84 % Zucker	und 82,22	Quotient
Vilmorinrüben	247,20 „	„ 12,11 „	„ 80,19	„

1886 wurden Zuckerrüben auf alten Dämmen mit 4½ Zentner Kainit und 61 Pfund Phosphorsäure angebaut und gaben:

Klein Wanzlebener	327 Zentner	13,8 % Zucker	84,7	Quotient
Vilmorinrüben	297 „	14,5 „	85,3	„

Diese Erfolge waren schon sehr ermutigend, und das Beispiel von Rimpau hat denn auch manche Nachfolge gefunden. So berichtet Vibrans-Calvörde ausführlich über seine Beobachtungen über den Anbau von Zuckerrüben auf seinen Moorkulturen in der Zeitschrift für Moorkultur, 1889, S. 14.

Vibrans baute auf seinen Moordämmen schon 1883 Zuckerrüben, welche mit 5 Zentner Krugit und 40 Pfund Präzipitat-Phosphorsäure gedüngt wurden. Die Ernte war 202 Zentner pro Morgen mit befriedigendem Zuckergehalt. Darauf wurden zum Versuch 1885 20 Morgen Zuckerrüben auf Dämmen, welche noch nie Rüben getragen hatten, in Phosphat-Ätzkalkdüngung ohne Kali angebaut und ergaben 200 Zentner pro Morgen. Im nächsten Jahre mißriet die Rübenernte bei gleicher Art der Bestellung und dieses wurde dem Umstande zugeschrieben, daß die Gräben der Moordämme nicht ordnungsgemäß geräumt worden seien; die Ernte war nur 128 Zentner pro Morgen. Im nächsten Jahre lernte man nun aber erkennen, daß dieser Umstand nicht die alleinige Ursache der niedrigen Rübenernte gewesen sei, denn bei gutem Aufgang und sonst sehr günstigen Verhältnissen wurden ohne Kalidüngung nur 136 Zentner Rüben geerntet.

Nunmehr versuchte Vibrans 1888 mit Recht, wie sich die Rüben gegen die Kalidüngung verhalten würden und gab gleich sehr hohe Gaben von Kalisalzen und zwar in Form der reinen schwefelsauren Kalimagnesia zum Teil aber auch in Form von Kainit. Die betreffenden Dämme trugen

zum erstenmal Rüben und wurden außer mit den nachstehenden Mengen Kali in Form von Kainit oder Kalimagnesia mit 3 Zentner Thomasphosphat zu 19 % Phosphorsäure pro Morgen gedüngt.

Es wurden nun geerntet:

	Ernte pro Morgen	Zucker i. Saft %	Nichtzucker	Quotient	Kosten der Düngung Mark	Gewinn gegen ungedüngt Mark
Ungedüngt	205,—	13,57	3,36	80,1	—	—
2 Ztr. Kalimagnesia	224,—	14,10	2,68	84,0	9	+10,—
4 " "	226,25	14,13	2,61	84,4	18	+ 3,25
6 " "	241,25	14,16	2,61	84,4	27	+ 9,25
8 " "	246,25	14,11	2,63	84,2	36	+ 5,25
10 " "	246,25	13,90	2,86	83,0	45	+ 3,75
4 Ztr. Kainit	228,—	14,68	2,67	84,6	4,40	+18,60
8 " "	235,—	14,23	2,81	83,5	8,80	+21,20

Es ergiebt sich hiernach, daß die Rüben auf den Moordämmen nicht allein die hohe Kaligabe vertrugen, sondern sich sogar in jeder Beziehung dafür dankbar erwiesen. Ganz wider Erwarten war nämlich der Zuckergehalt der mit den großen Mengen Kalisalzen und sogar auch der mit dem unreinen Kainit gedüngten Rüben nicht zurückgegangen — im Gegenteil, er war noch höher als derjenige der Rüben von den ungedüngten Parzellen. Auch der Nichtzuckergehalt der mit Kalisalzen gedüngten Rüben war niedriger und demgemäß der Quotient höher, und endlich stellte sich die Geldrechnung außerordentlich günstig für die Anwendung des Kainits.

Nach dem Ausfall dieser Versuche baut Vibrans auf seinen Moordämmen dreimal hintereinander Halmfrüchte mit einer Düngung von je 3 Zentner Phosphatmehl und 5 Zentner Kainit und im vierten Jahre Zuckerrüben mit 3 Zentner Phosphatmehl und 8 Zentner Kainit im Herbst, sodaß in der Rotation, welche nach unseren obigen Angaben eine Kaliverarmung von 280 Pfund repräsentiert, 23 Zentner Kainit mit 290—300 Pfund Kali und damit nicht allein ein voller Ersatz, sondern sogar ein gewisser Überschuß gegeben wird. 1889 enthielten die so gebauten Zuckerrüben sogar 18 % Zucker, und es wurden überhaupt die auf dem Moor geernteten Rüben von der Fabrik gern genommen.

Diese Mitteilungen von Vibrans sind in der That im höchsten Grade interessant und nachahmenswert. Bemerkt wird dazu, daß der Kainit für die Rüben selbstverständlich im zeitigen Herbst gegeben wird; die in dem Moor während des Winters vorhandenen großen Feuchtigkeitsmengen sorgten offenbar für die Auswaschung der schädlichen Chlorverbindungen, sodaß ein Schaden für die Zuckerrüben nicht mehr hervorgetreten war.

Diese Ausführungen können selbstverständlich nur eine Bedeutung für die nach dem Rimpauschen System angelegten Moorkulturen beanspruchen, für andere Verhältnisse der Moorkultur könnte es sehr gewagt sein, diese Erfahrungen einfach übertragen zu wollen. Für die Rimpausche Moorkultur liegen aber noch mehrere Mitteilungen über den Anbau der Zuckerrüben außer der Vibransschen vor, teils mit sehr günstigen, teils aber auch weniger günstigen Erfolgen.

So berichtet Amtsrat W. Rimpau-Schlanstedt, welcher nach dem Tode seines Onkels H. Rimpau das Gut Cunrau für die Erben verwaltet, daß dort zur Zeit auf den Moordämmen 350 Morgen Rüben angebaut würden. Allerdings sei 1888 eine sehr schwache Ernte darunter gewesen und diese sei wahrscheinlich auf die zu schwache Kaligabe (4—5 Zentner Kainit pro Morgen) zurückzuführen. In Zukunft werden wohl auch dort die von Vibrans erprobten größeren Kalimengen zur Anwendung kommen. Rimpau klagt bezüglich der Rüben auf den Moordämmen, daß es schwer sei, einen gleichmäßigen Bestand herzustellen, da die Rüben oft schlecht und ungleichmäßig aufgingen. Jedenfalls muß man daher auf den Moordammkulturen mit einem großen Aussaatquantum arbeiten und darf gewiß nicht unter 20 Pfund pro Morgen wählen, wahrscheinlich wird sogar ein größeres Quantum nötig sein, dessen Anschaffung man sich ja bei den sonstigen billigen Bearbeitungs- und Düngungskosten leisten kann.

Später teilt Rimpau mit, daß man doch nicht in allen Jahren in Cunrau auf den Moordämmen mit Sicherheit hohe Erträge erziele. In den beiden letzten Jahren sei der Wasserstand in den Gräben der Moordämme infolge außergewöhnlich starker Regengüsse im Sommer zeitweise ein sehr hoher gewesen und hierunter hätten die Rüben derart gelitten, daß wenig über 100 Zentner Zuckerrüben pro Morgen geerntet worden seien. Ein unbedingtes Erfordernis für das Gedeihen der Rübe ist daher die Regulierung der Wasserverhältnisse; wo dieses fehlt, wird man wohl in einem normalen Jahre auf Moordämmen hohe Rübenernten machen können, aber man wird in nassen Jahren hin und wieder auch einmal eine Mißernte in den Kauf nehmen müssen. Jedenfalls fordert die Rimpausche Beobachtung zu einer vorsichtigen Behandlung der Frage, ob man sich entschließen soll, auf Moordämmen einen ausgedehnten Rübenbau zu treiben, auf. Kann man die Wasserverhältnisse ganz nach Belieben regulieren, nun so ist die Sache sicher, kann man dieses aber nicht, so ist wohl zu überlegen, ob man sich in die großen Kosten und Arbeiten eines ausgedehnten Rübenbaues stürzen soll.

Bezüglich der Anlage von Mieten auf den Moordämmen rät Rimpau folgendermaßen zu verfahren, um die Dämme hierdurch nicht zu ruinieren. Es wird zunächst eine Rübenbank auf je einen halben Morgen geschüttet

und gepackt; darüber wird eine dünne Strohlage gedeckt, damit beim nachherigen Bewerfen kein Torf zwischen die Rüben fällt. Dann wird vorsichtig rings um die Bank der Sand abgeräumt und nun das Bewerfen der Bank mit Torf aus dem Untergrunde vorgenommen. Nach dem Abfahren der Rüben wird erst der Torf, dann der Sand darüber wieder an seine Stelle gebracht. Wenn dieses Verfahren sorgfältig ausgeführt wird, genügt es nach Rimpau, aber die Gefahr liegt vor, daß auch einmal weniger sorgfältig gearbeitet werde und dann leiden auch die Dämme. In der Litteratur hat indessen bisher niemand ein besseres Einmieteverfahren, als das von Rimpau angegebene, mitgeteilt. Am besten ist es natürlich, man fährt die Rüben gleich ab; bei ausgedehntem Rübenbau ist dieses aber leichter gesagt als gethan.

Graf von Schwerin-Löwitz berichtet in der Zeitschrift für Moorkultur, 1890, S. 91, über den erfolgreichen Anbau der Zuckerrüben auf Moordämmen. Seine dort gebauten Rüben hätten 16,9 % Zucker enthalten und würden ebenfalls von den Zuckerfabriken gern genommen. Graf Schwerin wählt auf den Moordämmen eine Fruchtfolge von Roggen, Rüben, Kartoffeln, Roggen, da auf seinen Moorkulturen Weizen, Hafer und Gerste vollkommen versagen. Dieses ist allerdings eine außerordentlich erschöpfende Fruchtfolge, denn zu der kalizehrenden Rübe kommt hier noch die Kartoffel, welche bei hohen Ernten nicht viel weniger Kali dem Boden entzieht als die Rübe. Graf Schwerin glaubt daher, daß er bei dieser Fruchtfolge mit dem chlorreichen Kainit nicht auf die Dauer auskommen könne, und hilft deshalb mit der reineren, schwefelsaueren Kalimagnesia nach. Nach der Beobachtung von Vibrans braucht man übrigens in dieser Beziehung keine übertriebene Besorgnis mehr zu haben. Graf Schwerin bemerkt übrigens, daß die Rüben das Fehlen des Kalis selbst nicht so sehr empfänden, als sich dasselbe in der Nachfrucht bemerkbar mache.

An dieser Stelle sei übrigens darauf hingewiesen, wie leicht es unter diesen Verhältnissen ist, einen richtigen Phosphorsäurehaushalt zu führen. Wenn Vibrans jährlich mit 3 Ztr. 19—20 prozentigen Thomasphosphats düngt, dann führt er in vier Jahren ziemlich 240 Pfd. Phosphorsäure zu, während seine hohen Ernten in derselben Zeit nur wenig über 80 Pfd. Phosphorsäure dem Boden entnehmen, so daß er also mit einem dreifachen Phosphorsäureüberschuß arbeitet, während die Herstellung des Gleichgewichts im Kalihaushalt ernstliche Schwierigkeiten bietet. Es mag deshalb auf die bei Düngungsversuchen in Cunrau gemachten Erfahrungen hingewiesen werden, daß die älteren Moordämme sämtlich nicht mehr auf die Phosphorsäure reagierten. Jährlich 2 Ztr. Thomasphosphat dürften daher in obiger Rotation reichlich genügen, damit giebt man immer noch einmal so viel, als gebraucht wird.

3. Der Anbau der Zuckerrübe mit Hilfe der Kalisalze auf dem Sandboden.

Das alte Vorurteil, nach welchem es nur in dem milden Lehmboden möglich sein sollte, mit Sicherheit und Vorteil Zuckerrüben anzubauen, ist längst als wiederlegt zu betrachten. Seit die in dem Gebiet des Lehmbodens angelegten Fabriken teils in Folge der Ausdehnung, welche sie ihrem Betriebe zu geben wünschten, teils wegen des Nachlassens der Rübenerträge eine Vermehrung ihrer Rübenmenge suchten, gingen sie schrittweise dazu über, die Rübenkultur auch in leichteren Bodenarten zu versuchen und, wie es sich sofort zeigte, mit sehr gutem Erfolg. Dieses führte denn auch bald dazu, daß in den Gebieten des leichteren Bodens Zuckerfabriken errichtet wurden, deren Rübenernten, wie man jetzt weiß, diejenigen des Lehmbodens nicht allein erreichen, sondern unter Umständen weit übertreffen. Aus diesem Grunde ist die Besprechung der Kalidüngung für die unter solchen Verhältnissen angebauten Rüben von ganz besonderem Interesse, denn eine einfache Rechnung über Entnahme und Ersatz lehrt, daß ebensowenig wie in dem Moorboden, so auch in dem lehmigen Sand und dem reinen Sandboden, die beide kaliarm sind, auf die Dauer ein erfolgreicher Anbau der Zuckerrüben möglich ist.

Zwar wachsen auch in den leichteren Bodenarten im ersten Jahre und vielleicht noch einmal ohne eine starke Kalidüngung Zuckerrüben, aber es leiden darunter, ebenso wie in dem Moorboden, die übrigen Pflanzen, welche ein großes Kalidüngerbedürfnis besitzen. Die Rübe besitzt ja ein sehr großes Assimilationsvermögen für die Kaliverbindungen des Bodens, aber sie zieht auch damit den letzten Rest des disponiblen Vorrats aus dem Boden heraus.

Wir wollen nun zunächst einige der Praxis entnommene Beispiele über Fruchtfolgen beim Anbau der Zuckerrübe in leichteren Bodenarten und die dabei stattfindende Inanspruchnahme des Nährstoffvorrats rechnerisch vorführen.

A. Intensiver Zuckerrübenbau im leichten Boden (alle vier Jahre Zuckerrüben).

				Kali Pfund	Phosphorsäure Pfund	
1) Roggen	10	Zentner	Körner	5,80	8,50	pro Morgen
„	30	„	Stroh	25,60	7,50	„ „
2) Zuckerrüben	200	„	Rüben	76,00	18,00	„ „
„	80	„	Blätter	32,00	5,60	„ „

				Kali Pfund	Phosphorsäure Pfund		
3) Hafer	10	Zentner	Körner	4 80	6,80	pro	Morgen
„	20	„	Stroh	32,60	5,60	„	„
4) Klee	25	„	Heu	46,50	14,00	„	„
			Summa	223,30	66,00	pro	Morgen
			Jährlich	55,85	16,05	„	„

B. Intensivster Rübenbau (alle sieben Jahre zweimal Rüben).

				Kali Pfund	Phosphorsäure Pfund		
1) Klee	25	Zentner	Heu	46,50	14,00	pro	Morgen
2) Roggen	10	„	Körner	5,80	6,50	„	„
„	30	„	Stroh	25,60	7,50	„	„
3) Zuckerrüben	200	„	Rüben	76,00	18,00	„	„
„	80	„	Blätter	32,00	5,60	„	„
4) Erbsen	8	„	Körner	8,08	6,72	„	„
„	18	„	Stroh	17,82	6,30	„	„
5) Roggen	10	„	Körner	31,40	16,00	„	„
„	30	„	Stroh	—	—	„	„
6) Zuckerrüben	200	„	Rüben	108,00	23,60	„	„
7) Hafer	10	„	Körner	37,40	12,40	„	„
„	20	„	Stroh	—	—	„	„
			Summa	388,60	116,62	pro	Morgen
			Jährlich	55,4	16,06	„	„

C. Weniger intensiver Zuckerrübenbau (alle sechs Jahre einmal Rüben).

							Kali Pfund	Phosphorsäure Pfund		
1) Erbsen	8	Ztr.	Körner	18	Ztr.	Stroh	25,90	16,00	pro	Morgen
2) Roggen	10	„	„	30	„	„	31,40	16,00	„	„
3) Zuckerrüben	200	„	Rüben	80	„	Blätter	108,00	23,60	„	„
4) Hafer	10	„	Körner	20	„	Stroh	37,40	12,40	„	„
5) Klee	25	„	Heu				46,50	14,00	„	„
6) Roggen	10	„	Körner	30	„	Stroh	31,40	16,00	„	„
						Summa	280,60	98,00	pro	Morgen
						Jährlich	46,67	16,33	„	„

Es geht hieraus hervor, daß der Ersatz des Kalis bei dieser Frucht-folge keine ernstlichen Schwierigkeiten machen kann, denn es entsprechen

die zur Produktion obiger Ernten erforderlichen Kalimengen folgenden Kainitmengen:

Fruchtfolge		Jahre Zuckerrüben	Zentner Kainit pro Jahr
Fruchtfolge A	alle	4 Jahre Zuckerrüben	4,5 Zentner Kainit pro Jahr
„ B	„	$3^1/_2$ „ „	4,5 „ „ „ „
„ C	„	6 „ „	$3^2/_3$ „ „ „ „

Diese Kalimengen würden ohne weiteres jährlich ohne Schaden zugeführt werden können, aber es ist hierbei noch gar nicht gerechnet, daß in der Fruchtfolge eine oder mehrere Stallmistdüngungen gegeben werden. Berücksichtigt man diese, so kommt man natürlich, da der aus Stroh gewonnene Stallmist sehr kalireich ist, zu noch viel günstigeren und leichteren Verhältnissen. Wir wollen dabei folgendes annehmen:

	Kali Pfund	Phosphorsäure Pfund	
Bedarf der Fruchtfolge A	223,30	66 00	pro Morgen
Ab für 120 Zentner Stalldünger	60,00	30,00	„ „
Wirklicher Bedarf	163 30	36,00	pro Morgen

Jährlich mit Kainit zu düngen $3^1/_4$ Zentner; 9,0 Pfd. Phosphorsäure.

	Kali Pfund	Phosphorsäure Pfund	
Bedarf der Fruchtfolge B	388,60	95,02	pro Morgen
Ab für 200 Zentner Stalldünger	100,00	50,00	„ „
Wirklicher Bedarf	288,60	45,02	pro Morgen

Jährlich mit Kainit zu düngen $3^1/_3$ Zentner; 6,5 Pfd. Phosphorsäure.

	Kali Pfund	Phosphorsäure Pfund	
Bedarf der Fruchtfolge C	280,60	98,00	pro Morgen
Ab für 180 Zentner Stalldünger	90,00	45.00	„ „
Wirklicher Bedarf	190,60	53,00	pro Morgen

Jährlich mit Kainit zu düngen $2^1/_2$ Zentner; $8^2/_3$ Pfd. Phosphorsäure.

Man sieht also, daß man bei der normalen Stallmistdüngung, welche man wohl überall denjenigen Feldern, auf welchen man die Rüben anbaut, zuführen wird — die Rüben sind dafür sehr dankbar — mit nicht zu großen Kalimengen das Gleichgewicht herstellen kann. Noch leichter ist es übrigens, unter denselben Verhältnissen das Phosphorsäuregleichgewicht herzustellen, denn es werden neben obigen Stallmistmengen nur 6,5—9 Pfund Phosphorsäure alljährlich gebraucht, um die Ausfuhr zu decken, man könnte daher wohl meinen, daß auch im Sandboden vielfach eine sehr starke Phosphorsäureverschwendung betrieben wird, denn jährliche Düngungen mit 2 Zentner Thomasphosphat = 40 Pfund Phosphorsäure pro Morgen sind vielfach üblich.

Man thut ganz recht, eine phosporsäurearme Wirtschaft, in welcher man intensiv zu arbeiten anfängt, zunächst mit größeren Phosphorsäuremengen, gewissermaßen als einem Stamm- und einem Sicherheitskapital zu versehen; ist dieses aber einmal geschehen, dann kann man gewiß auf geringere Phosphorsäuredüngungen, als man jetzt anwendet, heruntergehen. Ein Zentner Thomasphosphat dürfte unter obigen Verhältnissen gewiß genügen, da durch dasselbe mehr als noch einmal so viel, als der jährliche Bedarf ist, zugeführt wird. — Voraussetzung dabei ist freilich das Vorhandensein eines gewissen Stammes von Phosphorsäure, um zu Zeiten, wo besonders große Phosphorsäuremengen gebraucht werden, diese auch wirklich zur Verfügung zu haben.

Für das Kali bleibt nur noch die Frage zu erörtern, ob man dasselbe nur zu den sonstigen Feldfrüchten oder auch für die Zuckerrüben direkt verwenden soll. Ich bin der Ansicht, daß die neueren, verfeinerten zuckerreichen Züchtungen der Zuckerrübe eine direkte Düngung mit gewissen, nicht übertrieben großen Kainitmengen sehr wohl vertragen können und gewinne diese Überzeugung immer mehr aus den Ergebnissen der mit starken Kalidüngungen im Lehmboden ausgeführten Versuchen, über welche gleich berichtet werden soll. 3—4 Zentner Kainit, im Sandboden zeitig im Herbst, vor dem tiefen Pflügen des für den Anbau der Zuckerrüben bestimmten Bodens gegeben, werden aller Wahrscheinlichkeit einen Schaden in der Qualität nicht anrichten, voraussichtlich aber den Ertrag sichern und erhöhen. Wenn man aber dieses nicht will, bietet das Anbringen des Kalis bei den übrigen Feldfrüchten gar keine Schwierigkeiten, denn es brauchten bei Fruchtfolge A den sonstigen Feldfrüchten außer der Rübe jährlich nur 4$^{1}/_{3}$, bei B jährlich 4 Zentner, und endlich bei Fruchtfolge C, (diese wird wohl am häufigsten im leichten Boden in Frage kommen) gar nur 3 Zentner Kainit gegeben zu werden — also Mengen, die durchaus möglich und üblich sind.

Es können an dieser Stelle übrigens auch Zahlen darüber angeführt werden, wie unempfindlich auf einem leichten Sandboden die Rüben der neueren Zuchtrichtung geworden sind, aus einem Versuche von Vibrans-Calvörde, dessen Zahlen für den Anbau von Rüben auf Moorkulturen mit starken Kalidüngungen wir bereits mitgeteilt haben. Das Feld zu diesen Versuchen war ein geringer, aber stark gedüngter Sandboden; für die Zuckerrüben erhielt dasselbe pro Morgen im Herbst 1889 je 8 Zentner Kainit und 2 Zentner Thomasphosphat und daneben 100 Zentner Stalldünger. Im Frühjahr wurden nun steigende Gaben von Chilisalpeter und zwar bis zu 8 Zentner pro Morgen ausgestreut und dabei geerntet:

(Bestellung 20. April; Ernte 20. Oktober, Gewichtsermittelung und Untersuchung am 13. Dezember.)

	Ernte Ztr.	Brix	Zucker	Nichtzucker	Quotient	Zucker i.d. Rübe
2 Ztr. Chilisalp.	176,25	17,0	15,98	3,02	82,2	13,85
4 „ „	197,75 (+21,50)	18,6	15,79	2,81	84,9	13,90
6 „ „	317,25 (+41,00)	18,3	15,55	2,75	84,9	13,45
8 „ „	246,10 (+69,85)	18,0	15,18	2,82	84,25	13,65

Eine ganz geringe Depression des Zuckergehalts scheint demnach durch die starke Salpeterdüngung eingetreten zu sein, aber dieselbe hält sich in den bescheidenen Grenzen von wenigen Zehnteln, vor allen Dingen ist es aber bemerkenswert, daß der Nichtzuckergehalt der so stark gedüngten Rüben ein verhältnismäßig so geringer und bei den am stärksten gedüngten Rüben nicht höher als bei den nur schwach gedüngten war. Man sollte es kaum glauben, daß es möglich wäre, brauchbare Fabrikrüben bei der Düngung mit 8 Zentner Kainit, worin fast 4 Zentner Chlorverbindungen enthalten sind, und mit ebensoviel Chilisalpeter anzubauen. Diese Unempfindlichkeit, welche die Rüben gegen die Einflüsse der Düngung im Laufe der Zeit bekommen haben, läßt nun aber auch die Gegenden mit leichterem Boden, welche für den Anbau der Rüben größere Kalimengen nicht entbehren können, an den Segnungen des Zuckerrübenbaus teilnehmen.

An diese Ausführungen für den Rübenbau im leichteren Boden mag zum Schluß folgender Rat geknüpft werden:

> Wenn auch zeitweise die Zuckerrüben im kaliarmen, leichteren Boden ohne eine Kalidüngung geraten, weil sie ein besonders starkes Assimilationsvermögen für das Kali besitzen, so liegt hierin eine große Gefahr und es ist mit großer Wahrscheinlichkeit vorauszusagen, daß früher oder später Rückschläge in den Erträgen eintreten werden, wie solches bei den Moorkulturen längst beobachtet worden ist. Man warte nicht so lange, bis man durch Schaden klug wird — die Kalidüngung ist ja glücklicherweise die billigste und deshalb gehe man sicher und gebe von vornherein, wenn man den Zuckerrübenbau im leichten Boden anfängt, einen vollen Ersatz für die dem Boden entzogenen Kalimengen.

Die Zuckerrüben sollen übrigens durch die Kalidüngung haltbarer werden als ohne dieselbe. Auf diesen Punkt soll bei der Kalidüngung der Rüben im Lehmboden näher eingegangen werden, denn es ist dem Verfasser wahrscheinlich, daß diese Beobachtung richtig ist.

4) Die Anwendung der Kalisalze für den Anbau der Zuckerrüben in dem (nematodenführenden) Lehmboden.

Im Lehmboden ist die Zuckerrübe lange Zeit angebaut worden, ohne daß man an einen Ersatz des dem Boden durch die Rübe entzogenen Kalis gedacht hätte. Als nun die Aufschließung der Staßfurter Kalilager erfolgte, die bekanntlich mitten in dem Bezirke des intensivsten und ältesten Rübenbaues in Deutschland liegen, hat man wohl überall in den um Staßfurt gelegenen Rübenwirtschaften Versuche mit Kalisalzen ausgeführt, aber mit dem Erfolg, daß eine Erhöhung des Ertrages nicht, wohl aber eine Verschlechterung der Qualität der Zuckerrübe dadurch eintrat.

In welchem Maße die chlorhaltigen Kalisalze unter Umständen erniedrigend auf den Zuckergehalt einwirkten, kann aus einem Versuch von Tschuschke-Babin (Posener landw. Zentralbl., 1885, S. 283) ersehen werden, welchen wir als Beispiel vieler anführen wollen:

	Zentner Rüben	% Zucker
Ungedüngt	47,40	13,58
2 Ztr. Chilisalpeter	74,90	11,66
2 Ztr. Superphosphat	54,30	12,98
2 Ztr. Chili, 2 Ztr. Superphosphat	95,20	13,31
2 Ztr. Chili, 2 Ztr. Superphosphat, 2 Ztr. Kainit	134,45	10,10

Der Kainit hatte also einen recht guten quantitativen Erfolg, aber auch einen ebenso verheerenden qualitativen gehabt. Zwar war der Zuckergehalt auch durch den Chilisalpeter erniedrigt worden (um 1,38 %), aber die Anwendung des Kainits hatte denselben um 3,48 % erniedrigt. Kein Wunder, daß man danach keine Lust hatte, mit den chlorhaltigen Kalisalzen für die Zuckerrübe weiter zu experimentiren.

Die dann angewendeten chlorfreien oder chlorarmen Salze hatten keinen ungünstigen Einfluß auf die Qualität, aber auch keinen günstigen auf die Quantität, sodaß man nach kurzem Experimentieren die Anwendung der Kalisalze ad acta legte. Wohl begreiflicherweise! Wir kennen jetzt das sehr starke Assimilationsvermögen der Zuckerrübe für die im Boden enthaltenen Kaliverbindungen und, da der eigentliche Rübenboden ein Lehmboden mit viel Feinerde und einem hohen Kaligehalt ist, war es nicht zu verwundern, daß die Kalisalze keine Wirkung auf die Zuckerrübe ausübten.

Nun kam aber das verheerende Auftreten der Nematode und die durch dasselbe verursachte Rübenmüdigkeit und man konnte sich nicht entschließen, an die alleinige Wirkung dieses Parasiten zu glauben, sondern suchte die Ursache immer noch in einer Bodenerschöpfung und namentlich

in einer Erschöpfung des Untergrundes an Nährstoffen, und da hierbei das Kali in erster Linie in Betracht kam, wurden nun auch wieder Düngungsversuche in größerer Ausdehnung mit verschiedenen Kaliformen, den rohen Staßfurter Salzen, der Schlämpekohle, in welcher das Kali in Form von Kaliumcarbonat enthalten ist u. s. w., ausgeführt, leider mit dem traurigen Ergebnis, daß sich diese Düngungen, welche allerdings aus Besorgnis vor der Verschlechterung der Rüben nur in mäßigen Mengen gegeben wurden, als unwirksam gegen die akute Form der Rübenmüdigkeit erwiesen. Die Ursache derselben ist einmal die Nematode und durch die Anwendung von Kalisalzen wurde dieselbe nicht vernichtet und damit konnte natürlich auch nicht die Rübenmüdigkeit verschwinden. Nur über die mildere Form, welche durch die Anwesenheit einer geringeren Menge von Nematoden in der Ackererde verursacht wurde, schienen die Kalisalze etwas hinweghelfen zu können, was offenbar dadurch zu erklären ist, daß eine mit Nematoden behaftete Pflanze, deren Wurzeln zum teil vernichtet werden, unter schwierigeren Ernährungsverhältnissen assimiliert und infolgedessen für die Anwesenheit größerer Nährstoffmengen in gewissem Grade dankbar sein kann, indem sie nun ihren Bedarf aus der konzentrierteren Bodenflüssigkeit mit einer geringeren Zahl von Wurzeln entnehmen kann.

Die mit den rohen Salzen gedüngten Rüben reiften außerdem später, ihre Blätter starben nicht so früh ab, als diejenigen der ohne eine Kalidüngung gebliebenen und die Kalidüngung wirkte damit dem gerade durch die Nematode so sehr geförderten frühen Absterben der Rübe entgegen. Dieser Erfolg war aber ein durchschlagender nicht zu nennen und so kam auch die zweite Anwendung der Kalidünger für die Rübe wieder in Abnahme. Die Depression des Zuckergehalts und damit die Verminderung des Fabrikationswertes der Rübe blieb aber bestehen und die Zuckerfabrikanten hatten vollkommen Recht, wenn sie sich gegen die Anwendung der Kalisalze für die Zuckerrübe wehrten.

Nun kamen aber die Verbesserungen in dem Zuckergehalt der Rübe durch die erfolgreichen züchterischen Bestrebungen, welche die Rübe unempfindlicher gegen die Einflüsse der Düngung gemacht haben. Man konnte dieses schon daraus schließen, daß man in neuerer Zeit für die Rüben sehr viel größere Chilisalpetermengen als früher verwenden konnte, ohne daß der Zuckergehalt litt. Die verfeinerte zuckerreiche Rübe hat aber eine viel größere Neigung zum Zurückgehen des Zuckergehalts im Herbst und Winter (offenbar infolge der höheren Conzentration des Zellsafts, in welchem sich der den Zucker aufzehrende Stoffwechsel lebhafter vollzieht), und diesem Zurückgehen waren die auf Nematoden führenden Breiten gewachsenen Rüben ganz besonders ausgesetzt, sodaß sich die Klagen über

schlechte Haltbarkeit der Zuckerrüben zu häufen begannen. Man ging nunmehr zum drittenmal versuchsweise an die Anwendung der Kalisalze und erfuhr, daß der Rückgang des Zuckergehalts nicht mehr so bedeutend war als früher, und eine Anzahl Wirtschaften, welche große Mengen nematodenführenden Ackers besaßen, hat die Herbstdüngung der Rüben mit Kainit eingeführt und berichtet über gute Erfolge dieser Maßregel. Die Rüben seien seit der Zeit der Anwendung der Kalisalze haltbarer geworden und ließen sich in der Fabrik sehr gut verarbeiten.

Diese Wirkung ist offenbar darauf zurückzuführen, daß die Kalisalze die Vegetation der Rübe etwas verzögern und das zu frühe Absterben und Austrocknen verhindern; während eine nicht mit Kali gedüngte Rübe schon zu Anfang Oktober bei der in dieser Zeit meistens herrschenden Dürre eine unnormale Zusammensetzung besitzt und bei dem dann gewöhnlich eintretenden Regenwetter wieder eine neue, von der Aufzehrung des Zuckers begleitete Vegetation eintritt, verläuft die Entwickelung der mit Kalisalzen gedüngten, sich länger grün erhaltenden Rübe gleichmäßiger ohne jenen Stillstand und ohne die Aufnahme der Vegetation. Werden nun die Rüben vor dem Beginn der zweiten Vegetation eingemietet, so neigen sie zu einer sehr starken, von einem Rückgang des Zuckers begleiteten Zersetzung.

In welchem Maße nun Rüben, welche feinen Züchtungen entstammen, gegen die Kalidüngung und zwar auch gegen die Düngung mit dem chlorreichen Kainit unempfindlich geworden sind, lehren zahlreiche Versuche, welche der Verfasser, als er dieser Frage näher trat, von den Versuchsanstellern sammeln konnte.

Wir berichten zunächst über einen auf Veranlassung von J. Schäper-Wanzleben von Inspektor Ackermann auf einem rübenmüden Felde des Rittergutes Klein-Oschersleben eingeleiteten Versuch. Die betreffende Breite führte sehr viele Nematoden und gab, trotzdem sie von der besten Beschaffenheit war und gerade besonders pfleglich behandelt wurde, sehr niedrige Rübenernten, z. B. 1886, welches Jahr ein gut mittleres Rübenjahr war, nur 120 Zentner.

Im Herbst 1890 wurden zu Zuckerrüben 10 Zentner Kainit pro Morgen untergepflügt und im Frühjahr die in der nachstehenden Zusammenstellung näher angegebenen Düngermengen zugeführt. Das Ergebnis des Versuchs ist in nachstehender Tabelle niedergelegt, wozu aber bemerkt werden mag, daß an den Rüben sämmtlicher Parzellen durch den Vorsteher der Nematoden-Versuchsstation, Dr. Hollrung, Nematoden nachgewiesen wurden; die 20 Zentner Kainit hatten sich somit als unwirksam erwiesen, die Nematoden zu vernichten.

Grunddüngung aller Parzellen 10 Zentner Kainit im Herbst.

	Rüben-Ertrag Ztr. pro Morgen	Zucker in der Rübe %				Nichtzucker im Saft %				Quotient			
		28 Aug.	4. Sept.	11. Nov.	19 Nov.	28 Aug.	4. Sept.	11. Nov.	19. Nov.	28. Aug.	4. Sept.	11. Nov.	19. Nov.
Ohne Kainit im Frühjahr	144.0	12.3	12.5	12.4	14.2	2,87	3.09	2.94	2.46	82.3	82.3	82.3	87.7
10 Ztr Kainit im Frühjahr	153.5	11.6	11.9	13.8	14.8	3.35	3.66	3.14	2.27	78.6	79.1	82.8	87.1
30 Ztr. Kalk ohne Kainit im Frühjahr	152.0	12.7	12.7	13.5	14.9	3.12	3.22	3.21	2 70	80.8	81.7	82.3	86.0
30 Ztr. Kalk, 5 Ztr. Kainit im Frühjahr	157.0	12.0	12.9	12.9	13.5	2.38	2.68	2.93	2.83	84.2	84.9	82.5	84.0

Dieser Versuch dürfte wohl bis jetzt einzeln dastehen. Der Verfasser selbst, der vor der Anwendung außergewöhnlich großer Mengen von Düngemitteln nicht zurückschreckt, würde doch nicht gewagt haben, die Anwendung von 20 Zentner Kainit pro Morgen anzuraten, und was ist der Erfolg gewesen? Es wurden mit der Düngung von 10 Zentnern Kainit im Herbst und einer wiederholten ebenso großen Gabe im Frühjahr auf einem rübenmüden Felde 153 Zentner Zuckerrüben geerntet. Dieses soll nun nicht so aufgefaßt werden, als ob die starke Kalidüngung zur Beseitigung oder Heilung der Rübenmüdigkeit beigetragen hätte, weit entfernt! Durch Dr. Hollrungs Untersuchungen ist ja dargethan, daß die Nematoden an den mit 20 Zentner Kainit gedüngten Rüben nach wie vor vorhanden waren; aber der Versuch beweist, daß die verfeinerten Rübensorten der neueren Zeit eine weit größere Menge von chlorhaltigen Düngemitteln vertragen können, als man bis jetzt geglaubt hat. Es wäre eine Vermessenheit gewesen, vor zehn Jahren 20 Zentner Kainit zur Anwendung zu bringen, während bei dieser Gabe in dem Klein-Oscherslebener Versuche Rüben von ganz guter Beschaffenheit, nämlich mit 14,8 % Zucker in der Rübe und einem Quotienten von 87,1, erzielt wurden. Der Zuckergehalt der im Herbst und Frühjahr mit je 10 Zentnern Kainit gedüngten Rüben war sogar um 0,6 % höher, als derjenige der Rüben, welche nur im Herbst 10 Zentner und im Frühjahr keinen Kainit erhalten hatten.

Neben der Kalkgabe hatte der Kainit deprimierend auf den Zuckergehalt gewirkt, was dadurch zu erklären ist, daß durch dieselbe die stickstoffhaltigen Humuskörper der Zersetzung sehr schnell engegengeführt und damit Rüben von dem Charakter der mit einem großen Stickstoffüberschuß gedüngten gewonnen wurden.

Die mit Kainit ohne Kalk gedüngten Rüben hatten einen ungleichmäßigen Aufgang, standen lückenhafter und ließen sich schwerer bearbeiten, als die mit einer Kalkdüngung neben dem Kainit versehenen. Da, wo die Kainitsäcke gestanden hatten, gingen die Rüben wohl auf, aber ließen bald nach und gingen ein, offenbar, weil denselben die Konzentration der Salzlösung zu groß geworden war und es entstanden größere Fehlstellen, welche natürlich den Ertrag schmälerten. Es wäre somit ohne dieses Vorkommnis die Ernte auf den Kainitparzellen eine noch größere gewesen, als sie ohnehin schon war. Die mit Kalk gedüngten Parzellen dagegen zeigten einen befriedigenden Aufgang und einen gleichmäßigeren Stand, so daß man in dem Kalk ein Mittel haben dürfte, um der die Bodenbeschaffenheit in ungünstiger Weise beeinflussenden Wirkung der großen Kainitgaben entgegenzuarbeiten.

Als der Verfasser von dem Ergebnis dieser Versuche Kenntnis erhielt, gab er sich Mühe, mehr zu erfahren und konnte in der That feststellen, daß die Anwendung des Kainits bereits weit größere Dimensionen angenommen hat, als er glaubte und daß damit sogar sehr bemerkenswerte Erfolge erzielt wurden. So teilte Rittergutsbesitzer J. Schäper-Wanzleben dem Verfasser mit, daß man schon zu Lebzeiten seines verstorbenen Vaters, des bekannten Ökonomierat Schäper Gr.-Wanzleben, zur intensiven Anwendung der Kalisalze durch folgende Beobachtungen gekommen sei: Anfang der 80er Jahre habe man für Sommergetreide, welches trotz guter Witterung, sorgfältiger Düngung und richtiger Pflege nicht gleichmäßig entwickelt gewesen sei, anstatt der sonst üblichen Kopfdüngung mit 1/2 Zentner Chilisalpeter pro Morgen eine solche von 2 Zentner Kainit gegeben und die Wirkung hiervon sei eine augenscheinliche gewesen, denn das Getreide habe sich sofort erholt, sodaß es dem gut bestandenen, nicht kranken derselben Breiten vollkommen gleich gekommen sei. Infolge dessen habe man in Wanzleben auch gleich den Zückerrüben einige Zentner Kainit zur ersten Hacke und ebensoviel zur zweiten gegeben und zwar auf Stellen, von je mehren Quadratruten, wo sich hervorragend Nematoden gezeigt hätten. Die Rüben hätten auf diesen Stellen denselben Zuckergehalt als auf den gesunden Stellen gehabt, seien üppig im Blatt und schlank in der Form gewesen und nicht von der wurzeligen Beschaffenheit, welche sonst die Nematodenrüben zeigten, trotzdem an den Seitenwurzeln zahlreiche Nematoden nachzuweisen gewesen wären. Infolgedessen würden jetzt in Wanzleben regelmäßig zu Rüben 5—6 Zentner Kainit pro Morgen im Frühjahr gegeben und zwar mit großem Vorteil. Letzterer habe sich besonders in diesem Jahre (1891) gezeigt. Die Verarbeitung von 158 Morgen Rüben, welche nach Erbsen bestellt und mit 6 Zentner Kainit pro Morgen, 1 Zentner schwefelsaurem Am-

moniak, 1½ Zentner Chilisalpeter, also mit rund 45 Pfund Stickstoff pro Morgen neben 25 Pfd Phosphorsäure gedüngt gewesen seien, hätte gar keine Schwierigkeiten gemacht, denn trotzdem die Rüben noch Ende Oktober fast 2 Fuß hohes Kraut gehabt hätten, sei die Verarbeitung in der Fabrik so schlank gegangen, wie kaum in der ganzen Kampagne. Geerntet seien auf Nematodenacker pro Morgen 215 Zentner. Herr Schäper führte ferner an, daß die Kainitdüngung die Rüben vor der Trockenfäule, welcher die Nematodenrüben so sehr ausgesetzt seien, schütze, und hierin liege begreiflicherweise ein sehr großer Vorteil.

Wenn nun auch der Kainit die Rüben nicht vor den Nematoden schützt, so wirkt er doch offenbar derart, daß dieselben gegen die Angriffe derselben widerstandsfähiger werden und vor allem eine bessere Haltbarkeit bekommen.

Man sieht also, daß die Frage der Anwendung der Kalisalze für den Anbau der Zuckerrübe neuerdings eine ganz andere Gestalt angenommen hat. Die neueren Rübensorten vertragen offenbar größere Mengen von Nebensalzen und man kann unter diesen Verhältnissen ohne größere Besorgnis zu einer intensiveren Anwendung der Kalisalze schreiten.

Es ist nur zu überlegen, wie man diese Anwendung am zweckmäßigsten gestaltet, ohne die mechanische Beschaffenheit des Bodens allzusehr zu beeinflussen. Hierzu würde es sich zunächst empfehlen, die größte Menge des Kainits im Herbst vor dem Tiefpflügen des Rübenackers anzuwenden, sodann eine nur kleinere Menge kürzere Zeit vor der Bestellung der Rüben zu geben; diese Menge bemesse man möglichst klein, da, wie oben angegeben, gerade in solchem Fall ein ungünstiger Einfluß auf das Aufgehen und die erste Entwickelung der Rüben zu befürchten steht, und die weiteren Mengen gebe man alsdann zur ersten und zweiten Hacke und verteile so nach Möglichkeit die Gabe der Kalisalze auf verschiedene Portionen, um dadurch mechanisch möglichst wenig zu schaden. In einem schwereren Boden wird man außerdem vielleicht Veranlassung nehmen müssen, neben dem Kainit eine Kalkdüngung, welche mildernd auf die mechanische Beschaffenheit des Bodens wirkt, zu geben.

Wenn man nun fragt, unter welchen Verhältnissen eine derartige Anwendung angebracht sein könnte, so kann man vorläufig nur sagen, daß sich die gemachten Erfahrungen lediglich auf Nematoden führenden Acker beschränken; dagegen ist es unbewiesen, wie sich die Wirksamkeit größerer Kainitgaben nach obigem Muster auf nematodenfreiem Acker gestalten wird. Es ist möglich, daß hier eine quantitative Wirkung nicht, dagegen möglicherweise eine Schädigung der Qualität der Zuckerrüben sehr eintreten kann. Man darf daher die in einem Nematodenacker gemachten Erfahrungen nicht ohne weiteres auf alle Verhältnisse übertragen und nun

planlos mit der Anwendung der Kalisalze vorgehen; eine große Vorsicht wird hier am Platze sein müssen und ich würde es keiner Fabrik verdenken, wenn sie sich zunächst gegen diese Düngung wehren würde. Andererseits aber liegen noch soviele Thatsachen vor, welche zu dem Glauben führen, daß die lange erwartete Erschöpfung des alten Rübenlandes an Kali beginne in Erscheinung zu treten, daß man schleunigst und in großer Ausdehnung Versuche zur Prüfung und Ergründung der Frage anstellen muß. Daß die Kalisalze kein Heilmittel für die Nematode sind, geht aus allen Angaben hervor, denn die mit Kalisalzen gedüngten Rüben haben überall ebensoviele Nematoden gehabt, als die ohne Kalisalze gedüngten; aber es wäre ein gar nicht hoch genug zu schätzender Vorteil, wenn die Rüben durch die großen Aufwendungen von Kali zu einem längeren und üppigeren Wachstum gebracht werden könnten und sie dadurch gegen die Nematode wiederstandsfähiger gemacht würden. Die Vertilgung der Nematode steht auf einem ganz anderen Blatte; die Versuche zur Vertilgung derselben dürfen in keiner Weise aufgehalten werden und es wäre im höchsten Grade bedauerlich, wenn dieses durch die vorstehenden Beobachtungen der Praktiker geschähe, wie es leider an einzelnen Stellen der Fall zu sein scheint. Schafft man diesen Grund der Rübenmüdigkeit nicht fort, so werden auf die Dauer auch die Maßregeln der Düngung nicht helfen können und es steht zu erwarten, daß die im Anfang nutzbringende Anwendung der Kalisalze sich vielleicht bald erschöpfen wird. Darum soll man den Weg der Nematodenvertilgung durchaus nicht verlassen, aber andererseits auch nichts unterlassen, was die Nematodenplage daneben mildern kann, und der Weg hierzu liegt vielleicht in der Anwendung der Kalisalze.

Weitere Mitteilungen über die Anwendung von Kainit auf rübenmüden Acker verdankt der Verfasser Herrn Ernst Dietrich-Schwaneberg. Derselbe teilte mit, daß in Schwaneberg 1890 auf einem rübenmüdem Plan 8 Ztr. Kainit pro Morgen angewendet worden seien, bis zum August habe man einen Nutzen dieser Anwendung nicht erkennen können, von da ab hätten sich diese Rüben in ihrer Entwickelung sehr zu ihren Gunsten geändert und, trotzdem sie mit vielen Nematoden behaftet gewesen seien, doch eine Ernte von 140 Zentner pro Morgen bei einer guten Polarisation ergeben. Diese Beobachtung sei Veranlassung geworden, 1891 auf einem anderen Plane ausgedehntere Versuche mit Kainit auszuführen. Ein Drittel dieses Plans sei 1889 mit fünf gelungenen Fangpflanzensaaten bestellt gewesen; ein kleinerer Teil mit Kartoffeln und der Rest mit Erbsen. 1890 seien auf dem ganzen Plane Kartoffeln und 1891 Zuckerrüben bestellt gewesen. Die Rübenernte war auf den verschiedenen Teilen des Ackers gleichmäßig, 185 Zentner pro Morgen, also für einen

Nematodenplan eine sehr gute; die von Dr. Hollrung ausgeführten Untersuchungen der Rüben hätten folgendes Resultat ergeben:

Teil I, mit Fangpflanzen bestellt, 1890 Kartoffeln und 1891 Zuckerrüben in 2 Zentnern Chilisalpeter und 40 Pfund Phosphorsäure pro Morgen, aber ohne Kainit:

Brix	14,00
Zucker	10,30
Nichtzucker	3,70
Quotient	73,57

Teil II, ohne Fangpflanzen, 1889 und 1890 mit Kartoffeln bestellt, zur Rübenernte 1891 mit denselben Stickstoff- und Phosphorsäuremengen wie I, daneben aber mit 8 Zentnern Kainit pro Morgen gedüngt:

Brix	16,00
Zucker	13,60
Nichtzucker	2,40
Quotient	85,00

Teil III, 1889 mit Erbsen, 1890 mit Kartoffeln bestellt und 1891 zu Rüben ebenso wie II, also auch mit 8 Zentnern Kainit, gedüngt:

Brix	18,00
Zucker	15,60
Nichtzucker	2,40
Quotient	86,66

Wenn nun auch dieser Versuch kein streng vergleichender ist, so lehrt er doch namentlich auf Abteilung III die große Verträglichkeit der Zuckerrübe für große Kainitgaben.

Ein anderer Versuch, in einer Zuckerfabrikwirtschaft der Magdeburger Börde, deren Zahlen der Verf. Herrn Dr. Hollrung verdankt, gab folgendes Resultat. Das betreffende Stück war mit Elutionslauge und daneben mit 1 Zentner Chilisalpeter und 30 Pfund Phosphorsäure pro Morgen gedüngt gewesen. Es wurden nun pro Parzelle von 1/2 Morgen geerntet:

6 Ztr. Kainit Herbst	66,09 Ztr. Rüben mit	14,75 % Zucker in der Rübe
ohne Kainit	61,20 „ „ „	14,00 „ „ „ „ „
6 Ztr. Kainit Herbst	93,38 Ztr. Rüben mit	15,80 % Zucker in der Rübe
ohne Kainit	91,96 „ „ „	15,20 „ „ „ „ „

In beiden Fällen war somit der Zuckergehalt der Rüben mit der Kainitdüngung ein höherer und es ist hiernach eine Zufälligkeit wohl ausgeschlossen.

Sehr interessant wäre es gewesen, wenn auf dem Teil der Schwaneberger Breite, wo Fangpflanzen gestanden hatten und der Zuckergehalt der Rüben infolge dessen, offenbar durch die angesammelten großen Stickstoffmengen verursacht, so niedrig gewesen war, Kalisalze zur Anwendung gekommen wären.

Endlich teilt Oberamtmann Dietrich-Hadmersleben dem Verfasser seine Erfahrungen über die Anwendung der Kalisalze mit.

Auf einem total rübenmüden, stark nematodenhaltigen Plan der Domäne Hadmersleben wurden folgende Versuche ausgeführt:

	Ztr. Rüben pro Morgen	% Zucker
Ohne Kalk und ohne Kali	99,06	11,70
10 Ztr. Staubkalk	141,00	10,35
1 Ztr. 98% Chlorkalium	90,12	12,10
5 Ztr. Kainit	124,08	11,05

Die größte Wirkung hatte in diesem Falle die Anwendung von Kalk gehabt, denn der Ertrag war hierdurch um 45 Ztr. gesteigert worden, das reine Chlorkalium, welches in dem angewendeten 1 Ztr. einer Kalimenge von 36,2 Pfd. Kali entsprochen haben würde, hatte quantitativ gar keine Wirkung geäußert, dagegen die besten Rüben erzeugt. Dagegen hatte der Kainit eine sehr erhebliche Ertragserhöhung hervorgebracht und auch den Zuckergehalt der Rüben wenig erniedrigt.

Die bedeutendste Wirkung muß freilich dem Kalk zugesprochen werden, aber derselbe hatte den Zuckergehalt in sehr bedenklicherweise herabgesetzt. Da auf den verschiedenen Versuchsparzellen die Nematoden in etwas verschiedener Weise auftraten, so hält Oberamtmann Dietrich das quantitative Ergebnis nicht für vollkommen maßgebend, aber bemerkt dazu, daß die mit Kainit gedüngten Rüben einen sehr gut entwickelten Eindruck gemacht, sich auch in den Mieten besser als die ohne Kainit gedüngten gehalten hätten, denn in den Mieten von den ohne Kainit gedüngten Parzellen seien sehr viel mehr kranke und faule Rüben gewesen. Der niedrige Zuckergehalt der Rüben sei übrigstens zum größten Teil durch die Jahreswitterung hervorgebracht, denn die Rüben hätten im Jahre 1891 in der dortigen Gegend überhaupt einen traurig niedrigen Zuckergehalt gezeigt.

Nach diesen Erfahrungen beabsichtigt Oberamtmann Dietrich auf allen nicht ganz sicheren Plänen in diesem Jahre eine starke Kainitdüngung zu geben.

Man sieht also, daß sich die Überzeugung von dem Nutzen der Kainitanwendung in den von der Nematodenplage heimgesuchten Gegenden immermehr Bahn bricht; wir werden bald über eine größere Zahl von Erfahrungen, als dieses bisher möglich war, berichten können.

Nach dem Ausfall der Dietrichschen Versuche scheint es sich übrigens vielleicht nicht um eine spezifische Kaliwirkung zu handeln, denn die mit reinem Chlorkalium gedüngten Rüben gaben keinen höheren, sondern eher einen niedrigeren Ertrag, als die ungedüngt gebliebenen (die natürlich aber ihre normale Stickstoff- und Phosphatdüngung auf allen Parcellen erhalten hatten); es scheint vielmehr, als ob es sich in diesem Fall mehr um eine allgemeine Salzwirkung gehandelt hätte, und es würde zu versuchen sein, ob die gleiche Wirkung auch durch reines Kochsalz hervorgebracht wird. Jedenfalls eröffnen diese Versuche sehr viele, der Prüfung werte Gesichtspunkte.

Durch obige Beobachtung erhält auch die Frage der Stalldüngerkonservierung durch den Kainit ein ganz anderes Gewand. Früher mußte man Bedenken tragen, diese Art der Düngerkonservierung zur Anwendung zu bringen, da man mit einiger Wahrscheinlichkeit dieselbe Depression bei der Anwendung des mit Kainit konservierten Stalldüngers voraussetzen konnte, wie sie bei den Holdefleißschen Versuchen mit Kartoffeln hervorgetreten war. Da nun aber die Zuckerrübe, ganz im Widerspruch mit den geltenden Ansichten, jetzt sehr viel weniger, als man allgemein annimmt, empfindlich gegen die Einflüsse der Düngung zu sein scheint („scheint" — mehr will der Verfasser vorläufig nicht sagen), so ist es durchaus nicht ausgeschlossen, daß man direkt für die Zuckerrüben reichliche Mengen Kalisalze ohne Schaden verwenden kann, ja, daß die Anwendung des mit Kainit konservierten Stalldüngers für die Zuckerrübe nicht allein zweckmäßig, sondern sogar für gewisse Verhältnisse geboten erscheinen kann.

Der Beweis hierfür, d. h. für die Unschädlichkeit des mit Kainit konservierten Stalldüngers unter gewissen Verhältnissen, ist durch einen, schon im Jahre 1880 von Amtsrat W. Rimpau ausgeführten Versuch erbracht. Rimpau ließ den Dünger von Milchkühen pro 100 Zentner auf der Düngerstätte mit je 3 Pfund Kainit überstreuen, während zum Kontrolversuch der Dünger durch Überstreuen mit 1,2 Pfund Gyps pro 100 Zentner Dünger bereitet wurde. Auf einer gleichmäßigen Rübenbreite wurde nun abwechselnd ein Streifen um den anderen mit dem mit und ohne Kainit konservierten Dünger gedüngt und hierbei folgende Ernte und Untersuchungsergebnisse erhalten:

Parzelle		Ztr.								Quotient
1	mit Kainit	197,3	Rüben	pro Morgen	mit	13,3%	Zucker	im	Saft	82,7
2	ohne „	185,1	„	„	„	14,1%	„	„	„	85,2
3	mit „	196,2	„	„	„	14,1%	„	„	„	84,6
4	ohne „	192 9	„	„	„	13,6%	„	„	„	82,0
Mittel	mit Kainit	196,8	Rüben	pro Morgen	mit	13,70%	Zucker	im	Saft	83,7
„	ohne „	189,0	„	„	„	13,85%	„	„	„	83,6

Die Unterschiede in der Zusammensetzung sind daher nicht der Rede wert, während eine deutliche, wenn auch nicht sehr erhebliche, aber immerhin rentable Ertragserhöhung, welche in diesem Fall aber schwerlich der Kalidüngung als solcher, sondern eher ihrer stickstofferhaltenden Wirkung im Stalldünger zugeschrieben werden muß, eintrat. Daß Versuche von Amtsrat W. Rimpau mit der Anwendung von Kainit zur Vorfrucht der Rüben (Winterweizen) keinen schädlichen Einfluß dieser Anwendung feststellen konnten, ergiebt sich aus dem Resultat des obigen Versuchs von selbst.

Doch, wie gesagt, die Rüben, welche 1880 die Kainitdüngung vertragen konnten, sind zweifellos viel empfindlicher gewesen als die seit den verflossenen zwölf Jahren, innerhalb deren die Züchtung erst ihre volle Kraft entwickelt hat, herangebildeten, und mindestens ist zu sagen, daß die Frage der Anwendung der Kalisalze zu den Rüben in ein ganz neues und hoffnungsvolles Stadium eingerückt und wert ist, durch eingehende Prüfungen erprobt zu werden.

5. Litteraturübersicht über die Kalidüngung der Zuckerrübe.

Neuere Litteratur. Vibrans, Zeitschr. für Moorkultur, 1889, S. 14. Graf von Schwerin, Zeitschr. für Moorkultur, 1891, S. 91. Derselbe, ebendaselbst, S. 111. W. Rimpau, Zeitschr. für Moorkultur, 1880, S. 104. Rimpau-Cunrau, Die Bewirtschaftung des Rittergutes Cunrau, Verlag von Parey, S. 24. J. Kühn, Über die Wirkungslosigkeit der kalihaltigen Düngemittel gegen die Rübenmüdigkeit, Biedermanns agric.-chem. Zentralblatt, 1880, S. 861. Düngungsversuche zu Zuckerrüben mit Phosphaten und Kalisalz von Nantier, Annales agronomiques, 1883, Bd. 9, S. 193—206. Rübendüngungs- und Anbauversuche in der Provinz Posen von Haake-Gr.-Gutowo und Tschuschke-Babin, Neue Zeitschr. für Rübenzuckerindustrie, 1885, S. 133. Bei diesen Versuchen wurden mit Kalisalzen recht befriedigende Ertragserhöhungen erzielt. — Über die Anwendung von Chlorkalium bei der Zuckerrübenkultur in schweren Böden, von A. Petermann-Gembloux, Bulletin de la Station agronomique de l'etat à Gembloux, 41, S. 1—13, 1888. Es trat eine nicht unbeträchtliche Steigerung der Ernte in einem sandigen Thonboden durch die Beidüngung von 150—300 kg Chlorkalium pro ha ein (in günstigen Jahren bis 16 Zentner pro Morgen); aber der Heruntergang des Zuckergehaltes war so bedeutend, daß diese Düngung sich nicht als zweckmäßig erwieß, denn man erntete mit der Kalidüngung weniger Zucker pro ha als durch die Stickstoffphosphatdüngung allein. Ein Düngungsversuch zu Zuckerrüben, Biedermanns agric.-chem. Zentralblatt, 1888, S. 568. W. Rimpau, Versuche

mit Kainit-Stalldünger, Jahrb. der deutschen Landw.-Gesellschaft, 1891, S. 52.

Ältere Litteratur, zum Teil durch neuere Versuche überflügelt, und zum großen Teil über Versuche berichtend, welche mit zuckerarmen älteren Rübensorten ausgeführt sind, daher für die neueren Verhältnisse kaum zu benutzen.

Versuche von Grouven, Über die Anwendung von Staßfurter Abraumsalzen, Annalen der Landwirtschaft, 1862, S. 102. Versuch von Stohmann, Über die Anwendung von Staßfurter Abraumsalz zu Zuckerrüben, Mitteilungen des Braunschweiger Vereins für Land- und Forstwirtschaft, 1862, S. 63. (Diese Versuche dürften die ältesten, mit Kalisalzen ausgeführten sein; welcher Natur das Abraumsalz war, ist aus den Untersuchungen nicht zu ersehen, wahrscheinlich handelt es sich um den Carnallit.) Düngungsversuche zu Zuckerrüben von H. Brumme zu Waldau, Zeitschr. für Rübenzuckerindustrie in Deutschland, Bd. 14, S. 479. Düngungsversuche mit Kalisalzen zu Zuckerrüben von Karmrodt, Zeitschr. des landw. Zentral-Vereins der Provinz Sachsen, 1866, S. 206. Düngungsversuche mit Kalisalzen zu Zuckerrüben von Heidepriem, Zeitschr. für Rübenzuckerindustrie, 1869, S. 65. Bei diesen Versuchen wurde durch die Herbstanwendung ein besseres Resultat, namentlich bezüglich des Zuckergehaltes der Rübe gewonnen, als bei der Frühjahrsanwendung; sie sind die ersten, welche diesen Punkt in Angriff genommen haben. Düngungsversuche mit schwefelsaurer Kalimagnesia der Zuckerfabrik Waldau, Annalen der Landwirtsch., Bd. 52, S. 79. Versuche über die Anwendung der schwefelsauren Kalimagnesia zu Altranft (Graf von Haake), Annalen der Landwirtsch., Bd. 52, S. 79. Unter schwefelsaurer Kalimagnesia ist wahrscheinlich der Kainit gemeint. Diese Versuche würden daher die ersten mit Kainit zu Zuckerrüben ausgeführten sein. Zuckerrübendüngungsversuch von Ebermann-Wernigerode, Zeitschr. des landw. Zentral-Vereins der Prov. Sachsen, 1877, S. 69. Düngungsversuche zu Zuckerrüben mit Kalisalzen von Heidepriem, Zeitschr. des Vereins für Zuckerindustrie in Deutschland, 1867, S. 307. Versuche mit schwefelsaurer Kalimagnesia von O. Cordel, Zeitschr. des Vereins für Rübenzuckerindustrie in Deutschland, 1867, S. 130. (Die Versuche wurden in Barby ausgeführt und ergaben eine hohe Depression des Zuckergehaltes, wie eine solche für die Rüben der damaligen Zeit unausbleiblich war.) Versuche mit verschiedenen Kalisalzen, mitgeteilt von O. Cordel, Annalen der Landwirtsch., Bd. 52, S. 77. Untersuchungen über die Anwendung der Kalisalze von Déhérain, Compt. rend., Bd. 64, S. 136. Düngungsversuche von Eisbein-

Höningen, Zeitschr. des landw. Zentral-Vereins der Prov. Sachsen, 1866, S. 306. Düngungsversuche mit Kalisalzen von Schlemmer-Cösitz, Zeitschr. des landw. Zentral-Vereins der Prov. Sachsen, 1866, S. 367. Düngungsversuche mit Kalisalzen zu Zuckerrüben, Zeitschr. des Vereins für Rübenzuckerindustrie, 1870, S. 319. Versuche über die Wirkung verschiedener Kalisalze auf Zuckerrüben von Fittbogen, Landw. Jahrbücher, Bd. 45, S. 803. Bei diesen Versuchen haben die Kalisalze sehr bedeutende Ertragserhöhungen auf einem humosen frischen Sandboden hervorgebracht; leider sind aber Qualitätsbestimmungen nicht ausgeführt. Die Ertragserhöhungen gingen hier bis 45 Zentner. Es sind dieses wohl die ersten erfolgreichen Versuche mit der Kalidüngung zu Zuckerrüben im Sandboden. Die höchste Ernte betrug dabei 175 Zentner pro Morgen, trotzdem die Kalidüngung nur schwach war und 3 Zentner Kainit nicht überschritt. Düngungsversuche zu Zuckerrüben von Moser, Biedermanns agric.-chem. Zentralblatt, 1879, S. 100. Versuche mit Staßfurter Kalisalzen von R. Classen, Zeitschr. für Rübenzuckerindustrie in Deutschland, 1867, S. 252; bei diesen Versuchen wurde ohne eine Ertragserhöhung eine sehr bedeutende Erniedrigung des Zuckergehaltes beobachtet.

VI. Die Anwendung der Kalisalze zur Düngung der Futterrüben.

Die Anwendung der Kalisalze für die Futterrüben kann im Anschluß an die Zuckerrüben kürzer als für sich allein behandelt werden, denn die meisten für die Düngung der Zuckerrüben maßgebenden Gesichtspunkte sind solches auch für die Futterrüben. Der einzige Unterschied ist, daß man sich durch die infolge der Anwendung der chlorhaltigen Kalisalze vielleicht eintretende Erniedrigung des Trockensubstanzgehalts bei der Futterrübe nicht in gleicher Weise zu kümmern braucht als bei der Zuckerrübe.

An und für sich ist die Futterrübe ein Gewächs, welches dem Boden sehr große Kalimengen entzieht und infolgedessen stark mit Kalisalzen gedüngt werden muß. Freilich gilt dasselbe für die Futterrübe als für die Zuckerrübe, daß sie nämlich mit einer gewissen Leichtigkeit*) die in dem Boden enthaltenen Kalimengen aufnehmen kann, aber sie hinterläßt alsdann den Boden in einem für die in der Fruchtfolge folgenden kalibedürftigen Pflanzen sehr wenig geeigneten Zustande, und deshalb ist die direkte Düngung der Futterrüben in einem kalibedürftigen Boden eine Grundbedingung nicht allein für die Erzielung hoher Rübenerträge, sondern ebenso sehr für die dauernde Erhaltung der Fruchtbarkeit des kaliarmen Feldes.

Über die Kalimengen, welche eine Futterrübenernte dem Boden entzieht, giebt nachstehende statische Rechnung einen Aufschluß.

Hohe Futterrübenernte, 600 Meterzentner pro ha:

	Kali kg	Phosphorsäure kg pro ha.
In den Rüben	288,0	48,0
„ „ Blättern	54,0	12,0
Summa	342,0	60,0

*) Bei den Versuchen von Lawes und Gilbert in Rothamstedt wachsen seit 1845 auf demselben Felde Futterrüben (1871—1874 Zuckerrüben) in einem kalireichen, schweren Lehmboden, ohne daß dieser erheblich auf die Kalidüngung reagierte.

Mittlere Futterrübenernte, 450 Meterzentner pro ha:

	Kali kg	Phosphorsäure kg pro ha
In den Rüben	216,0	36,0
„ „ Blättern	40,0	9,0
Summa	256,0	45,0

Niedrige Futterrübenernte, 300 Meterzentner pro ha:

	Kali kg	Phosphorsäure kg pro ha
In den Rüben	144,0	24,0
„ „ Blättern	27,0	6,0
Summa	171,0	30,0

Aus diesen Angaben geht der hohe Kalibedarf der Futterrübe deutlich hervor, denn selbst eine schwache Ernte gebraucht pro ha immerhin noch 171 kg Kali, d. h. eine Menge, welche durch 6 3/4 Zentner Kainit pro Morgen repräsentiert wird, während eine hohe Ernte die doppelte Menge, also 13 1/2 Zentner Kainit pro Morgen konsumiert.

Früher würde man es nun nicht für möglich gehalten haben, so große Kainitmengen direkt für die Futterrüben zu geben; seit wir aber wissen, daß von Vibrans für die Zückerrübe auf Moordämmen 8 und von Schäper auf Lehmboden 20 Zentner Kainit pro Morgen dargereicht worden sind, braucht man sich übertriebenen Befürchtungen über die etwaigen Schädigungen durch die große Kainitgabe nicht hinzugeben. Dazu kommt, daß die Futterrüben fast immer in einer starken Stallmistdüngung angebaut werden, welche für diesen Zweck selten unter 150 Zentner pro Morgen bleibt, häufig aber auf 180—200 Zentner steigt. Hierin sind nun 60—100 Pfund Kali enthalten, so daß mindestens die Hälfte des Kalibedarfs der Futterrübenernte durch den Stalldünger gedeckt wird.

Den verbleibenden Rest, welcher 3—5 Zentner Kainit ausmachen würde, kann man aber mit gutem Gewissen den Futterrüben direkt in Form von Kainit zumuten, umsomehr als es bei denselben ja nicht so genau auf die Qualität ankommt, als bei den Zuckerrüben. Daß übrigens die chlorhaltigen Kalisalze einen Einfluß auf die Zusammensetzung der Futterrüben in ähnlicher Weise, wie bei den Zuckerrüben besitzen, geht aus Versuchen von Eugling mit chlorhaltigen und chlorfreien Kalisalzen hervor. Die Zahlen sind folgende:

Düngung mit:	Ertrag an		Trockensubstanz
	Rüben	Blättern	der Rüben Proz.
Ungedüngt	685	585	12,1
Schwefelsaures Kalium	3045	2535	19,3
Chlorkalium	4410	3030	16,6
Kohlensaures Kalium	3425	2335	18,8

Durch die Kalidüngung überhaupt wurden sehr viel höhere Rübenerträge und höhere Trockensubstanzen geerntet, aber die hohe Trockensubstanz von 19,3 %, welche die Rüben bei der Düngung mit schwefelsaurem Kalium erreicht hatten, sank um 2,7 %, nämlich auf 16,6 %, als dieselben mit Chlorkalium gedüngt wurden. Einen gewissen Einfluß übt daher die Düngung auch auf die Zusammensetzung der Futterrübe, daran ist nicht zu zweifeln. Doch wie gesagt, da es mehr darauf ankommt, von einer bestimmten Fläche die höchsten Mengen von Trockensubstanz zu ernten, so ist es gleichgültig, wenn dieses in Form einer großen Menge nicht sehr trockensubstanzreicher Rüben geschieht.

Daß die Futterrüben mit so viel Phosphorsäure als zu ihrem Gedeihen nötig ist, gedüngt werden müssen, versteht sich von selbst.

Für die Futterrüben wird übrigens ebenso wie für die Zuckerrüben eine bessere Haltbarkeit der mit starken Kalidüngungen versehenen Rüben in Anspruch genommen; in wie weit sich aber diese Mitteilung auf Versuchszahlen stützt, ist aus derselben nicht zu ersehen. Wir wollen noch einige Beispiele über die Wirkung der Kalidüngung auf die Futterrüben anführen, wozu bemerkt sein mag, daß die vorliegenden Versuche weniger zahlreich als bei Zuckerrüben und Kartoffeln sind.

Versuch von Völcker zu Heufield 1865. Es wurden geerntet auf englischem Acre:

	Tons	u. Zentner Rüben
Ungedüngt	14	5
4 Ctwght. Kalisalz	16	0
4 C. Kalisalz 4 C. Sup.	32	0
4 Superphosphat	26	5

Versuche von Freytag zu Poppelsdorf. Landw. Wochenblatt für Schleswig-Holstein, 1867, S. 93.

Es wurden geerntet pro Morgen auf einem Felde, welches vorher Weizen getragen hatte, bei folgender Düngung:

	Rüben	Blätter
Ungedüngt	124,6 Ztr.	76,8 Ztr.
128 Pfd. Kalidünger	208,4 „	10,56 „
88½ Pfd. Chlorkalium	258,0 „	51,4 „

	Rüben	Blätter
66½ Pfd. schwefelsaures Kalium	228,8 Ztr.	89,0 Ztr.
106 Pfd. Superphosphat	356,4 „	97,8 „
64 Pfd. Superphosphat und 64 Pfd. Conc. Kalidünger	419,5 „	113,8 „

Aus diesen Zahlen geht hervor, daß das betreffende Feld allerdings hauptsächlich phosphorsäurehungrig war, aber dasselbe reagierte doch auch noch ganz erheblich auf die Kalidüngung, nämlich durch einen Mehrertrag von über 60 Zentnern. Interessant ist auch, daß das Chlorkalium auf die Blattentwickelung so sehr viel weniger als die übrigen angewendeten Formen des Kalis gewirkt hat.

Felddüngungsversuch von Völcker, Journ. of Royal Agric. Soc., 1870, I, 150. Es wurden geerntet pro englischen Acre in Ctwght.:

	Inver Moor	Escrick Park
Ungedüngt	435	450
3 Ctwght. Superphosphat	470	470
3 „ Superphosphat u. 3 Ctwght. Kalisalz	500	585
3 „ Superphosphat, 3 Ctwght. Kalisalz, 1 Ctwght. schwefelsaures Ammoniak	610,8	605

Endlich mag auch noch auf den Versuch von Eugling in einem sehr kaliarmen Kalkboden Voralsbergs hingewiesen werden; in diesem machte die Anwendung der Kalisalze eine Ernte überhaupt erst möglich, denn ohne die Kalisalze wurde so gut wie gar nichts geerntet.

Übersicht der Versuche mit Kalisalzen zu Futterrüben.

A. Voelcker, Felddüngungsversuche mit Kalisalzen zu Futterrüben, Journ. Royal Agric. Soc. of England, 1867, I, 66. Derselbe, ebendaselbst, II, 500. Düngungsversuche zu Futterrüben auf dem Versuchsfelde der Akademie Poppelsdorf von C. Freytag, Landw. Wochenblatt für Schleswig-Holstein, 1867, S. 93. Felddüngungsversuche zu Futterrüben von C. Voelcker, Journ. Royal Agric. Soc. of England, 1870, I, 150. Wirkung verschiedener Kalisalze auf das Wachstum der Futterrüben von P. Lehmann, Chem. Ackersmann, 1868, S. 150. Düngungsversuche mit schwefelsaurem Kalium und Chlorkalium von O. Lehmann, Chem. Ackersmann, 1869, S. 129. Weender Versuche mit Kalisalzen und Phosphaten von L. Busse. Journal für Landw., 1868, S. 67. Düngungsversuche mit Kaliverbindungen zu Futterüben von W. Eugling, nach Berichten der Thätigkeit der Versuchsstation für Voralberg, Biederm. agric.-chem. Zentralblatt, 1868, S. 413. Düngungsversuche zu Futterrüben,

ausgeführt zu Proskau, Annalen der Landw., Bd. 48, S. 4. Düngungsversuche zu Futterrüben in der Provinz Posen, Landw. Zentralblatt für Posen, 1879, S. 202. Lawes und Gilbert, Memoranda of Origin, Plan etc. of field experiments at Rothamsted, 1890. In einem schwereren Lehmboden wirkten die Kalisalze nicht erheblich, trotzdem Futterrüben und Zuckerrüben seit 1845 angebaut wurden.

VII. Die Anwendung der Kalisalze für die Düngung von Mais.

Der Mais wird bekanntlich teils als Grünfutterpflanze, teils aber auch zur Körnergewinnung angebaut und danach ist seine Düngung verschieden einzurichten; unter allen Umständen ist derselbe aber eine der kalibedürftigsten Pflanzen, denn es ist erforderlich für die Produktion einer Ernte:

Grünmais 500 Meterzentner pro ha,

Kali	185	kg pro ha
Phosphorsäure	50	„ „ „
Stickstoff	95	„ „ „

Mais zur Körnergewinnung:

		Kali	Phosphorsäure	Stickstoff
40 Mtr.-Ztr.	Körner	14,8	22,8	64,0
90 „	Stroh	147,6	34,2	43,2
	Summa	162,4	57,0	107,2

Stickstoff und Kali sind somit die hauptsächlichsten für den Mais anzuwendenden Düngemittel. Wenn der Mais zur Körnergewinnung angebaut wird, so ist es häufig üblich, das Stroh auf dem Felde zu verbrennen und alsdann kommt der größte Teil der in der Ernte enthaltenen Kalimengen dem Felde wieder zu gute, denn wir sehen aus obiger Zusammenstellung, daß in dem Stroh 147,6, in den Körnern aber nur 14,8 kg Kali pro ha enthalten sind. Wenn nun, wie dieses meistens geschieht, der Mais in einem guten, in hinreichender Kraft- und Düngungszustande befindlichen Boden angebaut wird, dann ist eine besondere Düngung mit Kalisalzen nicht notwendig; es kommt dazu, daß bekanntlich der Mais die frische Düngung mit Stallmist sehr gut verträgt und verwertet und außerdem für eine starke Düngung mit Jauche sehr dankbar ist. In diesen Fällen

erscheint natürlich eine besondere Düngung mit Kalisalzen nicht nötig; anders liegt aber die Sache, wenn er in einem leichteren Boden, wo derselbe, wenn genügend Humus und Feuchtigkeit vorhanden ist, sehr gut gedeiht, angebaut werden soll; — hier ist eine Kalidüngung dann für den Mais ebenso nötig als für alle anderen kalibedürftigen Gewächse.

Da der Mais ungefähr ebensoviel Kali als eine Zucker- oder Futterrübenernte gebraucht, so darf er auch in kaliarmen Bodenarten mit nicht geringeren Mengen von Kalisalzen als jene gedüngt werden; baut man denselben z. B. auf Moorkulturen an, wo er vorzüglich gedeiht, so muß man ihm als Düngung seinen vollen Kalibedarf geben und dieser wäre etwa 14 Meterzentner Kainit pro ha. Wenn Zuckerrüben und Futterrüben solche Mengen vertragen, wie oben an der Hand der Vibrans'schen Versuche dargethan ist, so ist nicht einzusehen, weshalb der Mais durch eine zeitig ausgeführte Düngung mit denselben Mengen Kainit geschädigt werden sollte. Für den Sandboden, wo man den Mais immer in frischem Stalldünger anbaut, würde diese Menge zu groß sein, denn in der Stallmistdüngung von 300 Meterzentner pro ha, welche man für den Mais zu geben pflegt, sind ziemlich 180 kg Kali enthalten. Wenn wir annehmen, daß hiervon im ersten Jahre die Hälfte zur Wirkung kommt, so würde durch die Kainitbeidüngung eine Menge von etwa 75 kg Kali pro ha zu ergänzen sein und dieses würde mit 6 Meterzentner Kainit pro ha (3 Zentner pro Morgen) geschehen können. Will man im Sandboden den Mais ohne Stalldünger anbauen, dann muß er natürlich seine volle Kalidüngung erhalten, wobei vorausgesetzt wird, daß für den Bedarf des Stickstoffs durch künstliche Düngemittel gesorgt wird.

Der Phosphorsäurebedarf einer Grünmaisernte von 500 Meterzentner stellt sich auf etwa 50 kg, während der für die Körnerproduktion angebaute Mais einen etwas höheren Phosphorsäurebedarf, nämlich von 57 kg besitzt. Hiermit steht der Mais den Zucker- und Futterrüben bei hohen Ernten gleich, aber sein Phosphorsäurebedarf ist um etwa 50 % höher als derjenige der Getreidearten. Da wir nun nicht wissen, ob die Phosphorsäure des Bodens von der Maispflanze leicht assimiliert werden kann, ja, es bei der Natur der Maispflanze als Graminee (die Gramineen haben im allgemeinen das größte Phosphorsäuredüngerbedürfnis) unwahrscheinlich ist, daß sie sich die Bodenphosphorsäure leicht zu eigen machen kann, so ist eine Phosphorsäuredüngung für den Mais gewiß geraten. In den phosphorsäureärmeren Bodenarten wird dieselbe den vollen Betrag des Bedarfs erreichen müssen, während man in den phosphorreicheren mit einem geringeren Zuschuß auskommen kann. Dieses würde für den Sand und Moorboden eine Düngung mit 3 Meterzentner 20 prozentiger Thomasschlacke nötig machen (1½ Zentner pro Morgen), im phosphorsäure reicheren

besseren Boden wird man aber wohl mit 2 Meterzentner (1 Zentner pro Morgen) auskommen.

Daß der Mais eine hohe Stickstoffdüngung verwertet, ist allgemein bekannt und deshalb baut man auch den Mais unter Verhältnissen an, wo ihm sehr große Stickstoffmengen zur Verfügung stehen, nämlich in frischem Stalldünger oder in einer Jauchedüngung; genügt diese nicht, so ist die Anwendung des Chilisalpeters empfehlenswert. Der Verfasser hat schon extrem hohe Maisernten in einer reinen Chilisalpeterdüngung von 6 Meterzentner pro ha wachsen sehen, und man braucht sich dabei eine Beschränkung in der Höhe der Stickstoffgabe, wenn man meint, daß dieselbe günstig auf den Ertrag einwirken wird, nicht aufzuerlegen.

Aus einem älteren Versuch von Moser (Organ für die Rübenzuckerindustrie in Österreich-Ungarn, 1872, S. 37) könnte man schließen, daß die chlorhaltigen Kalisalze besser auf die Ertragserhöhung bei Grünmais gewirkt hätten als die chlorfreien, denn es wurde bei diesen Versuchen geerntet:

Reine schwefelsaure Kalimagnesia	143 Pfd.	mit 25,42 Pfd.	Trockensubstanz
Rohes chlorhaltiges Salz	152,5 „	„ 28,36 „	„ „

Merkwürdig ist, daß der Rohproteïngehalt bei beiden Düngungen so sehr verschieden war, derselbe war nämlich nur 0,87 % bei Düngung mit reiner schwefelsaurer Kalimagnesia, dagegen 2,28 bei derjenigen mit den chlorhaltigen Salzen. Dieselbe Beobachtung machte der Verfasser bei Kartoffeln.

Von neueren Versuchen existieren über die Düngung des Mais mit Kalisalzen nur einige Versuchsreihen von Samek in Südtirol (Tiroler landw. Blätter, 1886, S. 13—16), nach denen eine Düngung mit Chlorkalium ungünstig auf den Körnerertrag eingewirkt hatte.

VIII. Buchweizen.

Es wird in dem ersten Bericht der deutschen Landwirtschaftsgesellschaft über die Anwendung der Kalisalze von einem sehr günstigen Erfolge der im März-April ausgeübten Anwendung des Kainits berichtet, aber hinzugefügt, daß dieser Erfolg nur bei gleichzeitiger Anwendung von Phosphat eingetreten sei.

IX. Die Anwendung der Kalisalze zu Raps und Rübsen.

Raps und Rübsen werden gewöhnlich auf dem besten Boden und noch dazu in einer Stallmistdüngung und häufig nach einer „Kleebrache“ angebaut und es ist unter diesen Verhältnissen kaum zu erwarten, daß die Kalisalze dann eine Wirkung äußern werden. Solches scheint auch meistens nicht der Fall gewesen zu sein, denn es liegen keine Berichte in der Litteratur über diese Art der Anwendung vor. Dagegen weiß der Verfasser aus eigener Anschauung von der außerordentlich günstigen Wirkung zu berichten, welche der Kainit auf den Moordammkulturen zu Cunrau ausgeübt hat. Herr Rimpau-Cunrau teilte dem Verfasser folgende Verhältniszahlen eines mit Raps auf Moordämmen ausgeführten Versuchs mit. Es wurden geerntet:

Ungedüngt	7
Phosphat	17
Kainitphosphat	47

Dieser Erfolg ist ein ganz ungeheuerer, und man weiß auch längst, daß man auf den Moordämmen ohne eine starke Kalidüngung nicht auf einen hohen Ertrag von Raps rechnen kann, während, wenn die Witterung günstig ist, dieser durch die zweckmäßig kombinierte Kaliphosphatdüngung gesichert erscheint.

Auch Hinsch-Lachmirowitz berichtet, daß er auf einem Bruchboden durch die Anwendung von 3 Zentner Kainit und 38 Pfund Phosphorsäure pro Morgen einen regelmäßigen Mehrertrag von 3—6 Zentner Raps pro Morgen erziele. (Posener landw. Centralblatt, 1885, S. 223.)

X. Die Anwendung der Kalidüngung für das Zuckerrohr.

Das Zuckerrohr kann zwar nicht als eigentliche Kalipflanze gelten, da seine Asche in ihrer Zusammensetzung mehr derjenigen der Gräser ähnelt, indessen enthält dieselbe immerhin ansehnliche Mengen Kali, so daß eine Zuführung von kalihaltigen Düngemitteln in den meistens kaliarmen, tropischen Bodenarten nicht nur erwünscht, sondern im Interesse der Er-

zielung gleichmäßiger und hoher Ernten nötig erscheint. Die Zusammensetzung des Zuckerrohrs und seiner Asche ist nach Wohltmann, Handbuch der tropischen Agrikultur, Bd. 1, S. 316, folgende:

Wasser	71,5
Zucker	18,0
Rohfaser	9,0
Eiweiß	0,6
Fett	0,4
Asche	0,5
	100,0

Die Zusammensetzung der Asche ist folgende:

Kalk	10,0
Magnesia	6,5
Phosphorsäure	6,0
Kali	18,0
Natron	2,0
Eisen	2,0
Schwefelsäure	8,0
Chlor	4,5
Kieselsäure	43,0
	100,0

Die Asche des Zuckerrohrs besteht daher vorwiegend aus Kieselsäure und enthält nur 18 % Kali, während in der Asche der Zuckerrübe über 50 % Kali enthalten sind. Auf das frische Rohr berechnet, macht der Kaligehalt nur 0,09 % aus und eine Ernte von 500 Meterzenter Zuckerrohr entzieht dem Boden nur 48 kg Kali, während eine Zuckerrübenernte über 200 kg Kali in Anspruch nimmt. Es ist daher begreiflich, daß man mit geringeren Kalidüngungen auskommen kann, und Stutzer in seiner „Düngung tropischer Pflanzen" empfiehlt für die Düngung des Zuckerrohrs 100 kg schwefelsaures Kalium mit 48 kg Kali pro ha als genügend.

Die Form des Kalis soll eine möglichst reine und chlorfreie sein, da sich das Zuckerrohr angeblich sehr empfindlich gegen den Chlorgehalt des Bodens verhält. Man hat hier und da den Kainit als Düngemittel versucht, aber hierdurch den Zuckergehalt sehr erheblich erniedrigt und vor allem die Verarbeitung in der Fabrik erschwert.

Da außerdem die rohen, geringprozentigen Salze durch den Transport nach den entfernten tropischen Gegenden sehr verteuert werden, so empfiehlt sich die Anwendung von hochprozentigen Kalisalzen schon aus Gründen der Billigkeit, wenn sie nicht schon durch andere Verhältnisse

gefordert würde. Als solches Salz kommt demnach nur das reine schwefelsaure Kalium in Frage, obgleich es nicht erwiesen ist, daß die reine chlorfreie schwefelsaure Kalimagnesia dem Zuckerrohr schadet. Versuche damit sind jedenfalls erwünscht.

Die Phosphorsäuredüngung des Zuckerrohrs giebt Stutzer zu ebenfalls 48 kg pro ha an, obgleich das Zuckerrohr in einer Ernte dem Boden nur etwa 15 kg Phosphorsäure entzieht; man würde damit also die dreifache Menge von demjenigen geben, was durch eine Zuckerrohrernte dem Boden entzogen wird.

Da das Zuckerrohr sehr stickstoffarm ist (es enthält noch nicht 0,1% Stickstoff), so rät Stutzer, für dasselbe eine Düngung von 100 kg Chilisalpeter pro ha an. Diese Menge deckt allerdings nicht annähernd den Stickstoffbedarf des Zuckerrohrs, Stutzer geht aber wohl von der Voraussetzung aus, daß die Chilisalpetergabe von obiger Höhe nur eine Ergänzung der bei den betreffenden Kulturen regelmäßig stattfindenden Stallmist- oder Kompostdüngung sein soll. Auch hält man es für gefährlich, dem Zuckerrohr eine zu reichliche Stickstoffdüngung zu geben.

Vor allem soll aber hervorgehoben werden (alle Autoren sind darüber einig), daß das Zuckerrohr nur in einem kalkreichen Boden gut gedeiht und einen hohen Zuckergehalt erreicht; darum ist die Kalkdüngung bei der Neuanpflanzung der Zuckerrohrplantagen, welche bekanntlich 4 bis 5 Jahre benutzt werden, absolut nötig. Stutzer giebt an, daß eine Düngung mit 2000 kg Kalk pro ha gebräuchlich sei, meint aber, daß eine solche von 4000 kg noch besser sei.

Sorghum sacharatum.

Das Sorghum kann entweder zur Zuckergewinnung oder zur Körnerproduktion, oder endlich auch als Grünfutterpflanze, wie der Mais, angebaut werden. In ersterem Falle ist das Sorghum genau wie das Zuckerrohr zu düngen, d. h. es sind die den Zuckergehalt deprimierenden Chlorverbindungen der kalihaltigen Düngemittel zu vermeiden; soll es zur Körnerproduktion dienen oder gar als Grünfutter verwendet werden, so schaden die chlorhaltigen Nebensalze nicht allein nicht, sondern sind sogar in gewissem Maße als nützlich zu betrachten, so daß in diesen beiden Fällen die Düngung mit Kainit ratsam erscheint. Bei dem Kalibedarf des Sorghums darf man dreist 800 bis 1000 kg Kainit pro ha geben; in ersterem Falle hat man zu der schwefelsauren Kalimagnesia und zu dem reinen schwefelsauren Kali zu greifen. (Stutzer, Düngung der tropischen Kulturpflanzen, Bonn, Verlag von Cohen, 1891, S. 86.)

XI. Die Anwendung der Kalisalze zum Düngen der Tabakpflanze.

Die Tabakpflanze hat überhaupt ein außerordentlich großes Düngerbedürfnis, vorwiegend aber ein solches nach Kali und Stickstoff. Da nun aber dieselbe gegen die Einflüsse der Düngung empfindlicher wie jede andere Pflanze ist, und sich der zu erzielende Preis für die Tabakblätter in besonderem Maße nach der guten oder schlechten Beschaffenheit der geernteten Blätter richtet, so ist eine vorsichtige Behandlung der Düngungsfrage beim Tabak noch mehr als bei anderen landwirtschaftlichen Kulturpflanzen geboten.

Wir lassen zunächst die Zahlen für die Zusammensetzung der Tabakblätter und die dem Boden durch eine Tabakernte entzogenen Nährstoffmengen folgen.

1000 Teile lufttrockene Tabakblätter enthalten:

Stickstoff	34,8	Teile
Asche	140,7	"
Kali	40,9	"
Kalk	50,7	"
Magnesia	10,4	"
Phosphorsäure	6,6	"
Schwefelsäure	8,5	"

Chlor (nach der Düngung sehr schwankend) von 0,8 bis 30%

Von den für die Düngung in Frage kommenden Stoffen werden daher zur Produktion einer Tabakernte von 30 Meterzentner pro ha gebraucht:

Stickstoff	101,4	kg	pro	ha
Kali	122,7	"	"	"
Kalk	152,1	"	"	"
Magnesia	31,2	"	"	"
Phosphorsäure	19,8	"	"	"

Hieraus ergiebt sich, daß der Stickstoff- und Kalibedarf einer Tabakernte ein sehr hoher ist, und es ist auch eine alte Erfahrung, daß der Tabak gegen eine passende Stickstoff- und Kalidüngung im höchsten Grade dankbar ist. Noch höher als der Bedarf an diesen beiden Stoffen ist der Kalkbedarf, denn es werden durch eine Tabaksernte von 30 Meterzentner

pro ha 152,1 kg Kalk dem Boden entzogen. Nicht gering ist ferner der Magnesiabedarf mit 31,2 kg pro ha, so daß man, während es nicht üblich ist, an den Ersatz der Magnesia bei den übrigen ziemlich magnesiaarmen Kulturpflanzen zu denken, für den Tabak den Ersatz der Magnesia wohl in das Auge fassen kann. Am geringsten ist der Bedarf einer Tabakernte an Phosphorsäure mit 19,8 kg pro ha, und damit stimmt auch die Erfahrung überein, daß der Tabak im allgemeinen gegen eine Phosphorsäuredüngung wenig dankbar ist und in einem selbst ziemlich phosphorsäurearmen Boden noch recht gut auch ohne eine Phosphorsäuredüngung gedeiht. Man muß bei der Anwendung der Phosphorsäure eine gewisse Einschränkung und Vorsicht walten lassen, da die Phosphorsäure von gewichtigen Seiten zu denjenigen Stoffen gerechnet wird, welche die Qualität des Tabaks in ungünstiger Weise beeinflussen.

Die Hauptregel für die Anwendung der Kalidüngung zum Tabak ist nun, daß unter keinen Umständen chlorhaltige Kalisalze eine Anwendung finden dürfen. Es ist eine längst bekannte Thatsache, daß die Brenn- oder Glimmfähigkeit des Tabaks in einem umgekehrten Verhältnis zu dem Chlorgehalt der Tabaksasche steht. Die in der letzteren enthaltenen Chlorverbindungen schmelzen beim Verbrennen des Tabaks und bilden dadurch einen Überzug über der glimmenden Masse, welcher den Sauerstoffzutritt schmälert, ein frühzeitiges Erlöschen und schweres Brennen verursacht und dabei Produkte von unangenehmem Geruch und Geschmack erzeugt. Es muß daher das Bestreben des Tabakbauers sein, einen möglichst chlorarmen Tabak zu erzeugen und dieses ist nur möglich, wenn chlorfreie Düngemittel verwendet werden, denn durch einen Chorgehalt dieser erhöht sich der Chlorgehalt der Tabaksasche in unabsehbarer Weise. Es mag als Beispiel nur eine Untersuchung von W. H. Jordan über die Zusammensetzung der Tabaksasche bei verschiedener Düngung angeführt werden:

	Stickstoff	Reinasche	Kohlensäure	Chlor	Kali	Kalk	Phosphor
			in der Reinasche				
Ungedüngt	3,28	13,40	22,20	0,64	19,78	45,95	3,56
Superphosphat	3,73	13,91	24,37	0,35	16,90	50,07	2,94
Chlorkalium	4,37	15,38	17,04	20,00	28,20	34,73	2,67
Schwefelsaures Kali	3,44	12,79	23,49	0,50	30,50	38,60	3,60
Superphosph., schwefelsaures Kali und schwefelsaures Ammonium	3,84	12,85	20,87	0,55	29,49	29,97	3,07
Superphosph., Chlorkalium, schwefelsaur. Ammonium	3,60	12.83	16,70	9,64	24,50	36,87	2,22

Aus diesen Zahlen ergiebt sich die Empfindlichkeit des Tabaks gegen eine chlorhaltige Düngung, denn der Chorgehalt der Asche, welcher bei den günstigen Düngungen nur 0,35—0,55 % betrug, stieg durch eine Düngung mit Chorkalium auf 20 Prozent. Da der große Schaden der Chlorverbindungen feststeht, so folgt daraus, daß alle chlorhaltigen Düngemittel und darunter selbstverständlich alle chlorhaltigen Kalisalze für den Tabak vermieden werden müssen.

Für die Zusammensetzung des Tabaks kommt es dagegen darauf an, daß die Blätter möglichst kalireich sind; aber dieser Kalireichtum muß nach Möglichkeit in Form von organisch-sauren Kalisalzen, nicht in Form von mineralischen Salzen vorhanden sein. Diese organischen Kalisalze verbrennen leicht und man hat sogar den Vorschlag gemacht, schlecht brennenden Tabak durch Imprägnieren mit essigsaurem Kalium oder anderen organischen Kalisalzen besser brennbar zu machen. Dieser Gehalt von organischen Kalisalzen kommt in der Asche in Form von kohlensaurem Kalium zur Erscheinung und je reicher eine Tabakasche an dieser Verbindung ist, um so günstiger ist dieses für die Brennbarkeit des Tabaks.

Durch die Düngung mit chlorhaltigen Kaliumsalzen wird nun der Gehalt der Asche an kohlensaurem Kalium sehr erheblich erniedrigt, nämlich von 22,2 % auf 16,70 % und dieses darf keinenfalls geschehen. Durch eine Düngung mit schwefelsaurem Kalium ohne eine Beigabe von Phosphorsäure und Ammonsulfat, trat dieses nicht ein, dagegen in gewissem Maße, als letztere Düngemittel neben dem Kaliumsulfat gegeben wurden und es ist hiernach auch zweifelhaft, ob das Kaliumsulfat die für die Tabaksdüngung geeignete Verbindung ist. Aus der Praxis mehren sich auch die Stimmen, daß dasselbe nicht günstig auf die Qualität des Tabaks einwirke und einen zu fetten, schwer verbrennlichen Tabak erzeuge. So groß, wie durch die Anwendung der Chlorverbindungen, ist freilich der durch das Kaliumsulfat angerichtete Schaden nicht, aber immerhin scheint er in gewissem Grade zu bestehen. Darum sei man mit diesem Salz auch vorsichtig und verwende jedenfalls keine überflüssig großen Mengen desselben.

Auch die Anwendung von Superphosphaten, welche durch Aufschließen der phosphorsäurehaltigen Rohmaterialien mit Schwefelsäure hergestellt werden, kann danach bedenklich erscheinen und wenn man Superphosphate verwenden will, greife man zu dem Doppelsuperphosphat, welches sehr arm an Schwefelsäure ist. Ein Zwang zur Anwendung der Superphosphate liegt übrigens durchaus nicht vor, denn man kann für den Tabak sehr wohl die Präzipitate und die Thomasphosphate anwenden.

Am besten wäre es zweifellos, an Stelle des Kaliumsulfats das kohlensaure Kalium zu verwenden und außer seinem höheren Preise

wüßte der Verfasser auch kaum, was der Anwendung desselben entgegenstehen sollte, da die alkalische, den Pflanzen schädliche Reaktion dieses Salzes durch die in dem Tabakboden vorhandenen Humussubstanzen schnell neutralisiert wird; — verwendet man doch, solange als Tabak überhaupt kultiviert wird, mit größtem Vorteil die Holzasche oder die Asche anderer Pflanzen, wenn dieselbe an Kaliumcarbonat reich ist, zur Düngung der Tabakkulturen.

Eine noch offene Frage ist die Anwendung des Kalks. Trotzdem die größte Menge der in der Tabaksasche enthaltenen Mineralverbindungen aus Kalksalzen gebildet wird, glaubt man doch (Stutzer, Die Düngung tropischer Pflanzen), daß ein übermäßig kalkreicher Boden oder eine übermäßig starke Kalkdüngung einen Tabak von geringerer Qualität erzeuge. Dagegen ist ein mäßiger Kalkgehalt des Bodens als notwendig und nützlich zu bezeichnen und Stutzer giebt an, daß der beste Tabak auf einem Boden, der nicht weniger als 0,5 und nicht mehr als 2 % kohlensauren Kalk enthält, wächst. Bei dem hohen Kalkgehalt der Tabaksasche (bis 50 %) wird man gut thun, wenn der Boden nicht an und für sich sehr kalkreich ist, immerhin eine mäßige Düngung mit kohlensaurem Kalk auszuüben. Dieselbe wird am besten in Form von Kompost, welchen man sich aus Pflanzenabfällen darstellt und auch wohl mit Humuserde mischt und welchem man bei der Bereitung ein gewisses Quantum kohlensauren Kalk zusetzt, gegeben.

Endlich haben wir auch den Magnesiagehalt der Tabaksasche zu besprechen. Eine Tabaksernte von mittlerer Höhe entzieht dem Boden über 30 kg Magnesia pro ha und es ist daher im magnesiaarmen Boden nicht überflüssig, auf die Zuführung dieses Nährstoffes zu achten. Wenn man zur Kalidüngung nicht das Kaliumsulfat, sondern die reine schwefelsaure Kalimagnesia, welche aus dem Kainit fabrikmäßig dargestellt wird, verwendet, löst sich die Magnesiafrage durch den hohen Magnesiagehalt dieses Düngesalzes von selbst.

Den geringsten Nährstoffbedarf zeigt die Tabakpflanze bezüglich der Phosphorsäure, denn 100 Teile Reinasche enthalten nicht mehr als 3—5 Teile Phosphorsäure, was auf die lufttrockenen Blätter nur 0,5 bis 0,8 Teile ausmacht. Die Phosphorsäuredüngung ist daher für den Tabak keine schwerwiegende Frage, immerhin wird man aber gut thun, in der Düngung gerade so viel Phosphorsäure zu geben, als die Pflanze gebraucht. Ein Überschuß ist andererseits zu vermeiden, denn es ist bereits oben angeführt, daß man von manchen Seiten einen schädlichen Einfluß der Phosphorsäuredüngung, wenn dieselbe im Übermaß gegeben wurde, auf die Qualität der Tabakblätter behauptet.

Mit wenigen Worten sei endlich auch noch die Stickstoffdüngung ge-

streift. Die Tabakpflanze ist sehr stickstoffreich und hat einen hohen Stickstoffdüngerbedarf, aber eine übermäßige Stickstoffdüngung, namentlich in Form von organischen künstlichen Düngemitteln, schwefelsaurem Ammoniak, Jauche und dergleichen, soll ungünstig auf die Qualität einwirken und einen sehr dunklen, schweren, nikotinreichen und schlecht brennenden Tabak liefern. Am unschädlichsten soll verhältnismäßig noch der Chilisalpeter sein, wenn er nicht in größeren Mengen verwendet wird; geschieht dieses, so reifen die Blätter ungleichmäßig und bekommen grüne Flecke, welche schwer verbrennen, so daß man mit der Überdüngung des Tabaks mit Chilisalpeter auch recht ungünstige Erfolge erzielt hat.

Am besten für die Tabakspflanze ist ein aus altem verrottetem Stalldünger und Pflanzenabfällen bereiteter stickstoffreicher Kompost, während frischer Stalldünger auch ungünstig auf die Qualität einwirken soll.

Alle Düngemittel sollen frühzeitig, womöglich bereits im Herbst, für die Tabakkultur verwendet werden, da man die Erfahrung gemacht haben will, daß eine späte Gabe im Frühjahr sehr ungünstig auf die Qualität eingewirkt haben soll. Das Hauptziel des Tabakbauers muß es sein, in kurzer Zeit einen Tabak von voller Reife zu erzielen und hierzu ist gewiß die frühzeitige Anwendung der künstlichen Düngemittel und auch der Stallmist- und Kompostdüngung, deren Nährstoffe sich alsdann im Boden gleichmäßig verteilen können, vorteilhaft. In Rücksicht auf die Reifeverzögerung wirken übrigens die chlorhaltigen Düngemittel, denen ja eine gewisse Neigung zur Reifeverzögerung innewohnt, neben ihrer direkten schädlichen Wirkung durch das Chlor ungünstig.

Die besten Tabaksböden sind die milden, feinsandigen, kalireichen, lehmigen Sande; aber ein reiner humoser Sandboden, wenn er nur nicht zum Versumpfen neigt, produziert bei zweckmäßiger Düngung ebenfalls sehr viel und guten Tabak — auch im sandigen Mergelboden wächst und gedeiht der Tabak sehr gut, dagegen sind thonige Böden, in denen eine ungleichmäßige und späte Reife der Tabakblätter einzutreten pflegt, nicht günstig für die Gewinnung eines guten Tabaks.

Wenn wir zum Schluß Vorschläge über die Höhe der Düngung machen sollen, so können wir dieselben in folgenden Zahlen zusammenfassen, wobei vorausgesetzt wird, daß eine Grunddüngung mit Kompost oder Stalldünger ausgeführt wurde:

Kali	100	kg pro ha (als Kaliumcarbonat)
Kalk	200	„ „ „
Phosphorsäure	15—20	„ „ „
Stickstoff	25—30	„ „ „

Diese Mengen kann man herstellen durch eine Düngung mit:

Für das Kali: 150 kg kohlensaures oder, mit Vorbehalt, 200 kg schwefelsaures Kalium, oder, statt des letzteren, da es oben für zweckmäßig bezeichnet wurde, auch an eine Magnesiadüngung zu denken, durch 400 kg schwefelsaure Kalimagnesia mit einem Kaligehalt von 26—27 %; dieselbe enthält dabei etwa 11 % Magnesia, und hierdurch werden bei einer Düngung mit 400 kg schwefelsaurer Kalimagnesia 45 kg Magnesia pro ha, also reichlich so viel, als von einer Tabakernte gebraucht wird, zugeführt.

Für die Phosphorsäure: Es werden zu einem vollen Ersatz etwa 20 kg Phosphorsäure pro ha gebraucht und da in dem Stalldünger oder Kompost, welcher regelmäßig angewendet zu werden pflegt, immerhin eine gewisse Phosphorsäuremenge enthalten ist, so genügt es vollkommen, wenn man 20 kg Phosphorsäure pro ha als Beidüngung zur sonstigen Düngung giebt. Ist dieser Kompost phosphorsäurereich, so genügt auch schon eine geringere Menge. Also 50 kg Doppelsuperphosphat bei einem Gehalt von 40 % löslicher Phosphorsäure oder ein Meterzentner 20 prozentigen Thomasphosphats genügen vollkommen.

Für den Stickstoff: Der Bedarf einer Ernte an Stickstoff beträgt rund 100 kg pro ha, indessen baut man den Tabak nur auf humoseren Bodenarten, welche von ihrem natürlichen Stickstoffgehalt an denselben nicht unbedeutende Mengen abgeben und außerdem wird der Tabak immer in Stalldünger oder stickstoffreichem, verrottetem, d. h. umgewandelte Stickstoffverbindungen enthaltendem Kompost angebaut und darum bedarf er nur hier und da einer gewissen Unterstützung durch ein intensives Düngemittel. Hierzu ist die einzige Form der Chilisalpeter, und auch dieser ist mit Vorsicht und in nicht zu großen Mengen anzuwenden, denn die Beispiele sind nicht selten, daß man einen Tabak vorzüglichster Beschaffenheit durch eine übertriebene Anwendung von Chilisalpeter, zu welcher man durch die ausgezeichneten Ertragserhöhungen, welche dieses Düngemittel hervorbrachte, verführt worden war, verdarb. Mehr als 150—200 kg Chilisalpeter pro ha soll man nach den existierenden Angaben nicht anwenden, und auch da soll man es sich überlegen, ob eine so hohe Gabe zulässig ist.

Übersicht der Litteratur über die Anwendung der Kalisalze zum Tabak.

Stutzer, Die Düngung der wichtigsten tropischen Kulturpflanzen, Bonn, Verlag von F. Cohen, 1891. Neßler, Über das Düngen des Tabaks, Wochenbl. des landw. Vereins im Großherzogtum Baden, 1883, S. 152. Der Einfluß verschiedener Düngemittel auf die Zusammensetzung des Tabaks von W. H. Jordan, Biedermanns agric.-chem. Zentralblatt, 1885, S. 598. Vorschriften für die Düngung des Tabaks von Neßler, Wochenbl. der landw. Vereine im Großherzogtum Baden, 1888. Tabaksdüngungsversuche unter Beurteilung der Qualität von A. Mayer-Wageningen, landw. Versuchsstationen, 1890, Bd. 38, S. 93. Versuche über die Düngung des Tabaks von der Versuchsstation in Kentucky, Biedermanns agric.-chem. Zentralblatt, 1890, S. 420. Untersuchungen über die im Elsaß gezogenen Tabake von M. Barth, landw. Versuchsstationen, 1891, Bd. 39, S. 81. J. M. von Bemmelen, Die Zusammensetzung des vulkanischen Bodens von Deli und Sumatra, welcher für die Tabakskultur benutzt wird, Landw. Versuchsstation 1899, Bd. 37, S. 257, 279, 347, 376.

XII. Gespinnstpflanzen: Lein und Hanf.

Die Kultur der Leinpflanze findet meistens auf leichteren Bodenarten statt, deren Kaligehalt kein übermäßig großer zu sein pflegt, und wenn auch die Leinpflanze den Boden nicht in außergewöhnlich hohem Maße in Anspruch zu nehmen scheint, so bedarf sie doch einer Kalidüngung in gewisser Höhe, wenn der Boden kaliarm ist. Es geht auch aus mehreren Versuchen hervor, daß die Leinpflanze unter solchen Verhältnissen für eine Kalidüngung dankbar ist; bemerkenswert ist hierbei, daß bei diesen Versuchen eine entschiedene Überlegenheit der chlorhaltigen Kalisalze gegenüber den chlorfreien hervorgetreten ist. So ermittelte Nobbe bei seinen Kalidüngungsversuchen zu Lein folgende Verhältnisse:

(Amtsblatt des landw. Vereins im Königreich Sachsen, 1868, S. 34.)

	Körner kg pro ha	Stengel und Spreu kg pro ha
5 Meterzentner Chlorkalium pro ha	461	4508
Ungedüngt	470	3641
Schwefelsaures Kalium	506	3849
Kainit 5 Meterzentner	416	4924
Baker Guano und 4 Meterzentner Kainit	524	4400

Es hatte also der chlorhaltige Kainit am günstigsten gewirkt und die Erträge an Gespinnstfaser bedeutend mehr erhöht als das schwefelsaure Kalium. Bemerkenswert ist hierbei, daß die Düngung mit den Kalisalzen die Erträge an Leinsamen herabgedrückt hatte; diese Beobachtung steht aber in Übereinstimmung mit folgendem Versuch von O. Lehmann zu Tharand, Chemischer Ackersmann, 1868, S. 80.

Es wurde geerntet auf den Versuchsparzellen von je 2 Quadratruten:

	Rohflachs Pfund	Gute Samen Pfund
Ungedüngt	27,5	6,1
2 Pfund Chlorkalium	34,2	4,8
1 " " 1 Pfund Superphosphat	35,3	5,9
2 " schwefelsaures Kalium	34,3	4,8
1 " " " 1 Pfund Superphosph.	35,5	5,8
2 " salpetersaures Kalium	34,7	6,6
1 " " " 1 Pfund Superphosph.	39,0	7,9

Bei diesen Versuchen hatten allerdings die verschiedenen Kalisalze gleich gewirkt, aber es war, während eine sehr bemerkenswerte Erhöhung des Rohflachsertrages durch alle Kalisalze hervorgebracht worden war, der Körnerertrag in gleicher Weise durch die einseitige, und wenn auch in viel schwächerem Maße, auch durch die mit der Phosphorsäure kombinierte Kaligabe hervorgebracht; erst die Beigabe von Stickstoff, wie dieselbe in Form von salpetersaurem Kalium erfolgte, hob den Körnerertrag, und auch der höchste Rohflachsertrag wurde durch eine aus Stickstoff, Kali und Phosphorsäure kombinierte Düngung erzielt. Die Erträge verhalten sich bezüglich der Rohflachsgewinnung folgendermaßen:

Ungedüngt	100
Kali	123
Kali und Phosphorsäure	125
Kali und Stickstoff	127
Kali, Stickstoff und Phosphorsäure	142

Daß übrigens eine Düngung mit Chlorverbindungen für die Entwickelung der Faser der Leinpflanze vorteilhaft ist, war schon seit langer Zeit bekannt, denn es ist für den Lein die Kochsalzdüngung so lange vielfach üblich gewesen, bis dieselbe nunmehr rationeller Weise durch die Düngung mit chlorhaltigen Kalisalzen ersetzt ist, die in dieser Beziehung den chlorfreien Salzen überlegen zu sein scheinen.

Außer obigen Versuchen liegen noch mehrere Berichte aus der Praxis vor, unter anderen derjenige des bekannten Landwirts Henze-Weichnitz, nach welchem die schwefelsaure Kalimagnesia eine außergewöhnlich günstige

Wirkung auf die Entwickelung des Leins ausgeübt habe, derart, daß man jeden Wurf derselben in der betreffenden Breite habe wahrnehmen können. Es wird hinzugefügt, daß der mit Kalisalzen gedüngte Lein einen besonders steifen und festen Halt mit einer edlen Faser gezeigt habe, sodaß die Anwendung der Kalidüngung nicht allein einen günstigen quantitativen Erfolg, sondern auch den günstigsten qualitativen Einfluß auszuüben scheint. (Agronom. Zeitung, 1865, S. 155; wenn 1865 von schwefelsaurer Kalimagnesia gesprochen wird, so ist wahrscheinlich darunter der Kainit zu verstehen, welcher ursprünglich, ehe man auf seinen Gehalt an Chlormagnesium achtete, diesen Namen trug; die Henzeschen Beobachtungen würden daher durchaus nicht im Widerspruch mit den Robbeschen über die günstigen Wirkungen der chlorhaltigen Salze stehen.)

Eine für die Zwecke der Gespinstfasergewinnung erzielte Hanfernte entnimmt dem Boden etwa 45 kg Kali und 25 kg Phosphorsäure, und wenn danach das Bedürfnis nach Nährstoffen nicht sehr groß ist und weit hinter demjenigen der meisten Gewächse zurücksteht, so ist es doch gewiß vorteilhaft, unter Verhältnissen, wo ein Mangel an Kali und Phosphorsäure in Frage kommen kann, entsprechende Mengen der kali- und phosphorsäurehaltigen Düngemittel zur Anwendung zu bringen. Dieselben dürften ungefähr in gleicher Menge als für den Lein zu verwenden sein und wahrscheinlich dürften auch hier die chlorhaltigen Düngemittel den chlorfreien nicht nur ebenbürtig, sondern sogar überlegen sein. Es dürfte genügen, pro ha 4 Meterzentner Kainit und 100—150 kg Thomasphosphat zur Anwendung zu bringen.

In der Litteratur ist nur ein einziger Düngungsversuch mit Hanf angeführt (von M. A. Scovell in Kentucky, Biederm., agric.-chem. Zentralblatt, 1891, S. 421); nach demselben machte die Form, in welcher die Kalisalze für den Hanf verwendet wurden, keinen Unterschied in dem Ertrage; die höchsten Erträge wurden durch die Anwendung von 180 kg Salpeter und 180 kg Chlorkalium oder Kaliumsulfat erzielt; auch die Beschaffenheit der Faser war bei der gleichzeitigen Anwendung der genannten drei Düngemittel die beste.

XIII. Die Düngung der Weinberge mit Kalisalzen.

Der Weinstock ist ebenfalls eine Pflanze, welche in ihren Produkten dem Boden ansehnliche Kalimengen entzieht. P. Wager in Gemeinschaft mit H. Prinz hat hierüber folgende Zahlen ermittelt.

Es betrug der Gehalt in Prozenten:

	Österreicher Reben	Rießling Reben
Kali % der Rebgipfel	2,300	2,030
„ „ der Trauben	0,385	0,365
„ „ des Rebholzes	0,900	0,870
Phosphorsäure % der Rebgipfel	0,650	0,600
„ „ der Trauben	0,084	0,084
„ „ des Rebholzes	0,270	0,260

Im prozentischen Gehalt sind demnach obige beiden Rebensorten nicht erheblich verschieden. Der Phosphorsäuregehalt aller Teile ist im Verhältnis zum Kaligehalt ein geringerer, denn in den Trauben kommen auf 100 Teile Kali nur 21,9—23,0 Teile Phosphorsäure.

Durch 1000 Rebstöcke wurden produzirt und dadurch dem Boden entzogen:

	Produzirte Masse		Kali kg		Phosphorsäure kg	
	Österreicher	Rießling	Österreicher	Rießling	Österreicher	Rießling
Rebgipfel	107,1 kg	101,9 kg	1,847	1,957	0,502	0,550
Trauben	723,0 „	566,0 „	2,790	2,064	0,602	0,474
Rebholz	164,1 „	184,0 „	1,322	1,449	0,386	0,431
Summa	—	—	5,959	5,470	1,490	1,455

Nimmt man einen Bestand von 10 000 Stöcken pro ha an, so werden dem Boden entzogen in einem Weinberge etwa 60 kg Kali und 15 kg Phosphorsäure, oder wenn man hohe Ernten annimmt, 70 kg Kali und 18 kg Phosphorsäure, während andere Kulturpflanzen dem Boden weit mehr Nährstoffe entziehen. Die Düngung der Weinberge erfolgt nun etwa alle 3—4 Jahre mit etwa 20000 kg Stalldünger pro ha und darin sind über 100 kg Kali und 40 kg Phosphorsäure enthalten und es kann danach wohl die Frage sein, ob eine Anwendung von künstlichen Düngemitteln neben der Stallmistdüngung noch einen wesentlichen Erfolg ausüben kann. Eine andere Frage ist es freilich, ob man die kostspielige Stallmistdüngung nicht durch die billigere Anwendung der künstlichen Düngemittel ersetzen kann.

Was die erste Frage anbetrifft, ob die künstlichen Düngemittel noch neben dem Stalldünger in lohnender Weise anzuwenden sind, so schien es nach älteren Versuchen von P. Wagner, als ob dieses nicht der Fall sei. Die künstlichen Düngemittel wirkten zwar in gewisser Weise, aber sie warfen eine Rente nur bei ausnahmsweise hohen Traubenpreisen ab. Indem bezüglich der speziellen Verhältnisse der Versuchsanstellung auf das Original (landw. Versuchsstationen 1882) verwiesen werden muß, können im Nachstehenden nur die Durchschnittszahlen der Versuche angeführt werden.

Es wurden geerntet Meterzentner Trauben pro ha:

Ungedüngt	37,64	—
Phosphorsäure 100 kg	39,14	1,5 mehr
Phosphorsäure 100 kg, Kali 80 kg	39,94	2,3
Phosphors. 100 kg, Kali 80 kg, Stickstoff 30 kg	42,48	4,84

Den verhältnismäßig geringsten Mehrertrag hatte somit im Durchschnitt die Kalidüngung hervorgebracht, denn durch dieselbe war auch bei den höchsten Traubenpreisen keine Rente erzielt worden; die einzige Rente, welche erzielt wurde, war diejenige der Stickstoffdüngung, obgleich auch diese nur bei den höchsten Traubenpreisen, 40 Mark pro 100 kg, zur Erscheinung kam. Wagner kommt daher zu dem Resultat, daß es bei den verhältnismäßig nicht großen Ansprüchen des Weinstocks und bei der großen Nährstoffgabe im Stalldünger, kaum Aussicht auf Erfolg haben würde, neben einer vollen Stallmistdüngung künstliche Düngemittel zur Anwendung zu bringen. Der Gehalt des Mostes an Zucker, sowie die Syrupmenge war durch die verschiedenen Düngungen weder in günstiger noch ungünstiger Weise beeinflußt worden, auch nicht durch die in Form von Chlorkalium erfolgte Anwendung des Kalis.

Mit dieser mangelhaften Wirkung der künstlichen Düngemittel ist aber die Frage, ob neben einer schwächeren oder gar keiner Stallmistdüngung die künstlichen Düngemittel nicht doch mit Erfolg für die Weinbergsdüngung anzuwenden sind, keineswegs abgeschlossen. Es existieren hierüber auch Versuche, welche die Frage in diesem Sinne in einem hoffnungsvollerem Lichte erscheinen lassen.

Ein im Jahre 1881 in dem Berichte der Versuchsstation Bonn mitgeteilter Versuch beweist wenigstens, daß unter Umständen durch eine reine Kunstdüngung oder eine halbe Stallmistdüngung mit einem Zuschuß von künstlichen Düngemitteln derselbe oder zum teil ein noch höherer Ertrag als durch eine volle Stallmistdüngung erzielt werden kann.

Es wurden bei diesen Versuchen von Stutzer verwendet pro 100 Weinstöcke 6—7 kg lösliche Phosphorsäure, 5—6 kg Kali, $2^1/_2$—3 kg Stickstoff und geerntet:

	Kunstdünger	Volle Stallmistdüngung	Halb Stallmist-, halb Kunstdünger	
1) Heimersheim	126,5	116,5	—	kg Trauben
2) Walportzheim	100,0	80,5	97,5	„ „
3) Walportzheim	96,5	69,0	88,5	„ „
4) Dernau	105,0	109,0	—	„ „

Der Kunstdünger hat also den Stalldünger in drei Fällen um 8—24—39 % des Erntegewichts übertroffen. Ein Einfluß der verschiedenen Düngung auf die Qualität konnte auch hier nicht konstatiert werden. Die Stutzerschen Versuche bilden daher eine willkommene Ergänzung der Wagnerschen, insofern als sie beweisen, daß man mit der Anwendung des Kunstdüngers allein mindestens ebenso hohe Erträge erzielen kann, als mit einer vollen Stallmistdüngung und daß neben einer halben Stallmistdüngung die durch die halbe Kunstdüngung zugeführten Nährstoffe eine sehr gute Wirkung gethan haben.

Welcher der Bestandteile der Düngung in diesem Falle gewirkt hat, ob das Kali, die Phosphorsäure oder der Stickstoff, ist aus den Versuchen freilich nicht zu ersehen — wahrscheinlich wird auch hier wieder der Stickstoff den Löwenanteil getragen haben.

Die im Jahr 1882 im Ahrthale von Stutzer fortgesetzten Versuche bestätigten dieses Ergebnis, denn es wurden geerntet:

I) Volle Stallmistdüngung.

II) Ein im Ahrthale gebräuchliches Düngergemisch, durch welches pro Stock ungefähr 5 g Phosphorsäure und 71 g Kali, aber kein Stickstoff zugeführt wurde.

III) Stutzers Kunstdüngermischung mit 7 g löslicher Phosphorsäure, 6 g Kali und 2½—3 g Stickstoff.

Hiermit wurden folgende Zahlen gewonnen (Mittel von 10 Versuchen)

	Trauben pro 100 Stöcke	g Zucker pro Liter	g Säure Most
I) Stalldünger	41,25 kg	169	11,85
II) Kunstdünger ohne Stickstoff	39,1 „	169	12,14
III) Kunstdünger mit Stickstoff	49,09 „	173	11,77

Die Wirkung der künstlichen Düngung war also eine günstige gewesen, aber nur, wenn durch dieselbe auch der erforderliche Stickstoff zugeführt war, während der stickstofffreie Kunstdünger in seiner Wirkung hinter dem Stalldünger zurückgeblieben war. Die Qualität war bei dem stickstofffreien Kunstdünger schlechter, d. h. der Zuckergehalt niedriger, der Säuregehalt höher gewesen, während bei dem stickstoffhaltigen Kunstdünger Zucker mehr und Säure etwas weniger, jedenfalls aber nicht mehr als bei der Stallmistdüngung vorhanden gewesen war.

Der Bericht im Jahre 1883 ergab im Mittel der von 13 Winzern des Ahrthals ausgeführten Versuche:

Stallmist	79,4 kg	Trauben	pro	100 Weinstöcke
Kunstdünger mit N.	96,9 „	„	„	100 „

Neben diesem günstigen quantitativen Erfolge wird von Stutzer zu den vorstehenden Versuchen bemerkt, daß die Kunstdüngung in den weitaus meisten Fällen einen sehr günstigen Einfluß auf die Entwickelung des Rebholzes gehabt habe, wodurch die Aussichten auf die Ernte des folgenden Jahres begreiflicherweise gebessert und gesichert werden.

Vorstehende Versuche gelten allerdings zunächst nur für rote Rebsorten (Burgundertraube), für die weiße Rießlingrebe müssen erst noch Versuche ausgeführt werden. Nach einer Bemerkung von Stutzer war bei letzteren ein Unterschied zu gunsten der Kunstdüngung nicht hervorgetreten, jedoch war dieses vielleicht dem falschen Unterbringen, welches bei den tiefer wurzelnden Rießlingreben natürlich auch tiefer erfolgen muß, als bei den flacher wurzelnden Burgunderreben, zuzuschreiben.

1884, in dem bekannten guten Weinjahr, wurden endlich bei den Stutzerschen Versuchen erzielt:

Stallmist	119 kg	Trauben
Kunstdünger	125 „	„

Wenn auch in diesem günstigen Jahre der Kunstdünger nicht viel mehr gemacht hatte als der Stalldünger, so ist seine Wirkung doch nicht zu verkennen, und da nach Moritz die Kosten einer vollen Stallmistdüngung in den Weinbergen auf 1250—1300 Mk. pro ha (10 000 Stöcke) zu stehen kommt, während Stutzer die Kosten seiner künstlichen Düngung auf nur 1 1/2 Pf. pro Stock, also auf 125 Mk. pro ha berechnet, so ergiebt sich hieraus eine ungeheuere Ersparnis für den Weinbau.

Dasselbe Resultat wie Stutzer erhielt auch Moritz bei seinen in Gemeinschaft mit Seuker an der Weinbau-Station zu Geisenheim ausgeführten Versuchen. Dieselben wurden in 4 auf einander folgenden Jahren, in welche zufällig zwei sehr gute Weinjahre (1884 und 1886) fielen, ausgeführt. Die Düngung erfolgte, wie dieses im Rheingau allgemein üblich ist, alle drei Jahre, nämlich 1878, 1881 und 1884, teils mit Stalldünger etwa 800 Meterzentner pro ha; auf den Parzellen von je 225 Stöcken wurde ein künstliches Düngergemisch von Kali, Ammoniak und Superphosphat gegeben; mit den künstlichen Düngemitteln wurde eine gewisse Quantität Torf gemischt und um die Stöcke eine Grube aufgegraben, in welche man die künstlichen Düngemittel brachte.

Die Ergebnisse pro Parzelle waren folgende:

I. Traubenertrag.

Jahr	Volle Stallmist-Düngung	Halbe Stallmistd. 222 g Künstdünger pro Stock	222 g Kunstdünger	333 g Kunstdünger	Ungedüngt
1883	115.4	123.6	107.4	96.5	69.2
1884	227.4	185.1	213.8	245.0	190.0
1885	81.2	85.6	84.2	83.6	52.8
1886	31.8	49.3	41.0	28.6	7.8
Mittel	113.95	110.9	112.1	113.4	79.95

Proz. Zucker im Most.

Jahr	Volle Stallmist-Düngung	Halbe Stallmistd. 222 g Künstdünger pro Stock	222 g Kunstdünger	333 g Kunstdünger	Ungedüngt
1883	18.3	18.1	16.3	16.7	14.8
1884	20.1	20.0	19.8	21.0	17.4
1885	17.7	18.2	17.5	18.4	15.5
1886	21.0	19.9	20.3	19.7	18.9
Mittel	19.3	19.1	18.5	19.0	16.7

Säure %.

Jahr	Volle Stallmist-Düngung	Halbe Stallmistd. 222 g Künstdünger pro Stock	222 g Kunstdünger	333 g Kunstdünger	Ungedüngt
1883	1.102	1.047	0.975	0.925	0.990
1884	1.164	1.105	1.189	1.205	1.205
1885	1.530	1.420	1.440	1.400	1.470
1886	1.155	1.035	1.080	1.280	1.110
Mittel	1.238	1.152	1.171	1.203	1.194

Die Moritz'schen Versuche sind in vielen Beziehungen sehr lehrreich; zunächst lehren dieselben, daß die unterlassene Düngung unfehlbar eine Verschlechterung nicht allein der Erträge, sondern vor allem auch der Qualität des gewonnenen Produkts im Gefolge hat. Ohne jede Düngung wurden nämlich pro Parzelle nur 79,95 kg Trauben geerntet, während sich der Ertrag der Düngung auf 113—114 kg hob, also um fast 30 %; dabei war der Zuckergehalt des Mostes ohne Düngung nur 16,7 %. während er im günstigsten Fall durch die Düngung auf 19,3, im ungünstigsten auf 18,5 erhöht wurde, aber in keinem Fall hinter ungedüngt zurückblieb. Im Säuregehalt sind wesentliche Unterschiede nicht zu verzeichnen, es hatte weder ungedüngt noch irgend eine Art der Düngung einen Vorzug, wie übrigens dieselbe Beobachtung auch von Wagner und Stutzer gemacht ist.

Die verschiedenen Arten der Düngung haben ein sehr wesentlich von einander abweichendes Ergebnis nicht gehabt (es mag hierzu bemerkt werden, daß die von Moritz ausgeübte Düngung reichlich doppelt so stark war, als die von Stutzer bei seinen Versuchen benutzte).

	Trauben kg
Ganze Stallmistdüngung	113,95
Halbe und 222 kg Kunstdünger	110,9
222 kg Kunstdünger allein	112,1
333 Kunstdünger	113,4
Ungedüngt	79,95

Diese Zahlen sprechen dafür, daß eine Düngung mit 222 kg Kunstdünger von obiger Zusammensetzung zur Produktion des höchsten Ertrages vollkommen ausreichend gewesen ist, denn weder die Erhöhung der Gabe um die Hälfte (auf 333 kg) hat eine wesentliche Ertragserhöhung zu bringen vermocht, noch auch die Beigabe einer halben Stallmistdüngung, und es folgt hieraus der Satz, daß man:

„in der That die denkbar höchsten Erträge in den Weinbergen auch ohne die Anwendung von Stallmist, ebenso gut durch die konsequente Anwendung eines passenden Kunstdüngergemenges erzielen kann."

In dem Zuckergehalt gab ungedüngt einen sehr erheblichen Ausfall gegen alle Düngungen, von denen die volle Stallmistdüngung zwar nicht sehr viel, aber doch immerhin der künstlichen Düngung überlegen war; am nächsten kam ihr die halbe Stallmistdüngung unter Hinzunahme einer halben Kunstdüngung, verhältnismäßig am schlechtesten von allen Düngungen kam die schwache Kunstdüngung fort, während die starke Kunstdüngung ziemlich an die besten Erfolge der übrigen Düngungen herankam.

Ein Vorteil der Kunstdüngung wird auch noch von Moritz hervorgehoben, daß nämlich die mit Kunstdünger gedüngten Parzellen sehr viel reiner von Unkraut gewesen seien, während solches in sehr erheblichem Maße auf den mit dem Stalldünger gedüngten Parzellen aufgetreten sei.

Sehr ausgedehnte Düngungsversuche hat Neßler in badischen Weinbergen ausgeführt. Dieselben ergaben im Durchschnitt (wegen der Zahlen der 40 Einzelversuche muß auf das Original, Wochenblatt der landw. Vereine für das Großherzogtum Baden, 1886, S. 44 und 51, verwiesen werden) folgendes Resultat. Es wurde bei der Anwendung von je 50 g Kaliumammoniakphosphat mit 3 % Stickstoff, 7 % Kali und 7 % wasserlöslicher Phosphorsäure geerntet:

	zerstampfte Trauben kg	Öchsle gr
Ungedüngt	602,6	69,3
Gedüngt	692,8	72,4
Gedüngt	+ 90,2	+3,1

Bei der Kunstdüngung wurden demnach pro 100 Weinstöcke 90,2 kg zerstampfte Trauben mehr geerntet, auch die Qualität des gewonnenen Mostes war eine etwas bessere, indem derselbe ungefähr 3 gr Öchsle mehr als der von ungedüngten Trauben zeigte.

Wenn wir aus allen diesen Untersuchungen die daraus folgenden Schlüsse ziehen wollen, so kann kein Zweifel darüber bestehen, daß es gelingt, durch die zweckmäßige Anwendung von künstlichen Düngemitteln dieselben Erträge, wie durch die Anwendung des für die Weinberge seit Menschengedenken bewährten Stalldüngers zu erzielen. Bei den betreffenden Versuchen ist auch keine Herabminderung des Zuckergehalts oder eine Zunahme der Säure durch den Kunstdünger beobachtet worden und man kann demnach dem Kunstdünger die günstigsten Aussichten für die Verwendung in den Weinbergen eröffnen. Daß es dabei hauptsächlich auf eine Stickstoffwirkung desselben, namentlich, wenn er neben einer nur mäßigen Stallmistdüngung gegeben wird, herauskommt, kann nach den Resultaten der oben angeführten Versuche nicht zweifelhaft sein. Die Verführung zur Verwendung größerer Stickstoffmengen für die Düngung der Weinberge läge damit nahe. Glücklicherweise widerstehen die Weinbauern dieser Lockung, indem sie wissen, daß eine übertriebene Stickstoffdüngung ebenso wie den Zuckergehalt der Zuckerrüben und Kartoffeln, so auch den Zuckergehalt der Trauben herabdrückt und sie legen vorläufig den Schwerpunkt in die Kaliphosphatdüngung und handeln hiermit zweifellos richtig; daß die neben der Kaliphosphatdüngung zugeführten, mäßigen Stickstoffmengen von großem Nutzen sein können, geht übrigens aus allen oben angeführten Versuchen hervor.

Daß die chlorhaltigen Staßfurter Rohsalze nicht für die Düngung der Weinberge geeignet sind, versteht sich von selbst. Der Weinstock ist gegen die Einflüsse der Düngung außerordentlich empfindlich, so daß man bei seiner Düngung alles vermeiden muß, was die Qualität des Mostes in ungünstiger Weise beeinflussen könnte. Da nun ein bekannter Einfluß der Rohsalze in einer Herabsetzung des Zuckergehaltes mancher Pflanzen besteht und außerdem vielfach eine Reifeverzögerung durch die Anwendung derselben beobachtet worden ist, so muß man die gegen die Anwendung der Rohsalze bestehenden Bedenken teilen und dazu raten, nur chlorfreie Salze zur Anwendung zu bringen oder doch wenigstens solche Salze, deren Chlorgehalt verschwindend ist. Dieses ist z. B. der Fall mit der sogenannten gereinigten schwefelsauren Kalimagnesia, welche man durch Krystallisation aus Kainitlösungen in der Wärme erhält, denn dieses Salz enthält nur $2\frac{1}{2}$ % Chlornatrium bei über 27 % Kali.

Reinere und theuerere Salze anzuwenden hat wohl keinen Sinn, denn obige kleine Mengen Chlornatrium können kaum schaden.

Wagner giebt in seinem 1886 erschienenen Buche „Einige praktisch wichtige Düngungsfragen", Verlag von Paul Parey, einige Angaben über die Stärke der Weinbergsdüngung.

Nach denselben entzieht eine Ernte an Trauben, Gipfeln und lufttrockenem Rebholz dem Boden jährlich

71 kg Kali
18 „ Phosphorsäure,

während durch die alle 3 Jahre übliche Stallmistdüngung der Weinberge jährlich

104 kg Kali
42 „ Phosphorsäure

zugeführt wird. Man arbeitet daher im Weinberge mit einem Phosphorsäureüberschuß von jährlich 24 kg und einem solchen von 33 kg Kali pro ha. Trotzdem rät Wagner, noch mit reichlichen und jährlich in dem Verhältnis, wie man sich von der Stalldüngung entfernt, steigenden Mengen von Phosphorsäure und Kali zu düngen, um den Überschuß, welchen man giebt, in tiefere Schichten eindringen zu lassen.

Die Wagnerschen Vorschriften sind:

1. Jahr	6000 kg Stalldünger	40 kg lösliche Phosphorsäure
2. „	40 „ Kali	60 „ „ „
3. „	80 „ „	60 „ „ „
4. „	100 „ „	80 „ „ „

In dem vierjährigen Turnus mit einer vollen Stallmistdüngung würden daher zugeführt werden:

522 kg Kali
366 „ Phosphorsäure.

Entzogen werden den Weinbergen in diesen vier Jahren:

284 kg Kali
72 „ Phosphorsäure.

Durch die Düngung werden daher doppelt so große Kalimengen und fünffach so große Phosphormengen, als der Weinstock gebraucht, zugeführt. Ob dieser große Überschuß von dem Weinstock, namentlich bezüglich der Phosphorsäure, von der nach Wagners Vorschrift fünfmal so viel zugeführt werden soll, als gebraucht wird, auch nutzbringend verwertet wird, muß dahingestellt bleiben. Man sollte meinen, daß die Wagnersche Vorschrift, zwar bezüglich des Kalis, von dem nur die doppelte Menge gegeben werden soll, gelten kann, daß sie aber bezüglich der fünffach großen Phosphorsäuregabe einige Einschränkung vertragen könnte. Die Hälfte der

von Wagner angegebenen Menge würde ihre Schuldigkeit wahrscheinlich auch schon thun, denn der Weinstock hat kein sehr großes Phosphorsäurebedürfnis.

Zu obiger Phosphorsäure- und Kaligabe rät Wagner:

1. Jahr (Stalldünger)	keine Stickstoffgabe
2. „	„ „
3. „	15 kg Stickstoff
4. „	25 „ „

darzureichen. Je tiefer und feuchter die Lage des Weinbergs sei, um so mehr sei die Stickstoffgabe zu beschränken, dagegen könne dieselbe bei höherer und trockener Lage verstärkt werden. Je schwächer entwickelt das Holz sei, um so mehr sei mit Chilisalpeter nachzuhelfen.

Für die Weinbau treibenden Gegenden, deren Boden aus den Verwitterungsprodukten des Schiefers gebildet wird, hält Stutzer die Kalidüngung für meistens unnötig, denn der Schiefer enthält 3—5 % Kali und der Weinstock scheint die Fähigkeit zu besitzen, sich das Kali des Bodens leicht anzueignen. Dagegen giebt es vielfach auch Weinkulturen in leichterem Boden und bei diesen mag die Kalidüngung angebracht sein — ob freilich in dem Umfange, wie sie Wagner angiebt, mag dahingestellt bleiben.

Litteratur über die Düngungsversuche in Weinbergen.

P. Wagner und Prinz, Düngungsversuche in Weinbergen; Landw. Versuchsstationen, 1880, Bd. 25, S. 247. Wagner und Stünkel, Düngungsversuche in Weinbergen; Landw. Versuchsstationen, 1882, Bd. 28, S. 129. Stutzer, Über Weinbergsdüngung; Bericht der landw. Versuchsstation Bonn, durch Biedermanns agric.-chem. Zentralblatt, 1883, S. 381. Derselbe, Jahresbericht der Versuchsstation Bonn, Biedermanns agric.-chem. Zentralblatt, 1884, S. 413. Derselbe, Biedermanns agric.-chem. Zentralblatt 1885, 321. Derselbe, Zeitschrift für die landwirtschaftl. Vereine Rheinpreußens, 1884, S. 68. Derselbe, ebendaselbst, 1885, S. 1. Moritz und Seucker, Über Weinbergsdüngung; Landw. Jahrbücher, 1885, S. 549. Neßler, Über Weinbergsdüngung; Wochenblatt des landw. Vereins im Großherzogtum Baden, 1886, S. 44—51. U. Gayon, Über die Düngung der Weinreben; Stat. Spevim. Ital. 1890, 333; durch Biedermanns agric.-chem. Zentralblatt, 1890, S. 584. P. Wagner, Einige praktisch wichtige Düngungsfragen; Verlag von Paul Parey, 1886.

XIV. Die Anwendung der Kalidüngung zu Gartengewächsen.

Fast alle Gartenpflanzen sind sehr kalireich und es liegt nahe, für die gedeihliche Entwickelung derselben die Kalisalze in Anwendung zu bringen. Freilich pflegt das zum Gartenbau verwendete Land meistens sehr intensiv mit Stalldünger und damit auch mit reichlichen Mengen von Kaliverbindungen gedüngt zu werden, aber da die Gartenkultur mit Vorliebe in einem leichten Boden betrieben wird, kann eine Kalidüngung sehr wohl in Frage kommen. Es liegen auch hierüber bereits gewichtige Erfahrungen aus der Praxis vor, wenn auch vergleichende Versuche im Sinne der Feldversuche, weniger ausgeführt sein mögen.

Beim Gemüse kommt es darauf an, daß nicht allein viel produziert wird, sondern auch die gewonnenen Produkte zart und schmackhaft sind und gerade hierzu ist eine künstliche Düngung sehr angebracht. Es liegen denn auch in der Untersuchung der Deutschen Landwirtschaftsgesellschaft mehrere Angaben hierüber vor; als man z. B die Kalisalze auf den Moorkulturen und im Sandboden für die Feldfrüchte so bewährt fand, lag es natürlich nahe, dieselben auch für die Gartengewächse zu probieren und das erste Versuchsobjekt bildeten die Spargelbeete. Nicht etwa als ob für eine hohe Spargelproduktion außergewöhnlich große Kalimengen erforderlich wären, der Spargel ist sehr wasserreich und gebraucht zu einer Ernte von 5000 kg pro ha bei 2,5 pro Mille Kaligehalt nur 12,5 kg Kali. Es ist aber längst bekannt, daß die Spargelpflanze sehr dankbar gegen eine Kochsalzdüngung ist und in Form von Kalisalzen kann man die denkbar billigste Salzdüngung geben. Man wendet pro ha 8—10 Meterzentner Kainit oder in diesem Fall, da es sich vorwiegend um die Chlorverbindungen des Kaliums und Natriums handelt, besser den Carnallit an und streut die Hälfte davon im zeitigen Frühjahr, die andere Hälfte, nachdem man aufgehört hat, den Spargel zu stechen. Alle Berichte sind nun darüber einig, daß bei dieser Düngung Spargel von außerordentlich zarter Beschaffenheit gewonnen wird und es steht zu verwundern, daß sich diese Anwendung der Kalidüngesalze nicht schon längst bei allen Spargelzüchtern Bahn gebrochen hat. Freilich ist neben der Kalidüngung auch eine Stickstoffdüngung vorteilhaft, und Schultz-Lupitz, welcher in der Anwendung der Kalisalze die größte Erfahrung besitzt, bemerkt gewiß mit Recht, daß man zwar mit der Kalisalzdüngung sehr zarte Spargel ernte, aber die Ertragsvermehrung werde

doch hauptsächlich erst durch die Stickstoffdüngung hervorgebracht. Zwei Zentner Chilisalpeter dürften zur Erreichung dieses Zwecks wohl ausreichend pro Morgen sein, denn auch der Stickstoffbedarf der wässerigen Spargel ist kein sehr hoher. Hiervon dürfte es zweckmäßig sein, einen Zentner mit dem Kalisalz im Herbst und den zweiten im zeitigen Frühjahr zu geben.

Da der Phosphorsäurebedarf ein verhältnismäßig noch geringerer ist, genügt es jedenfalls, wenn man mit dem Kalisalz einen Zentner Superphosphat mit 20 % löslicher Phosphorsäure darreicht. Das Superphosphat dürfte in diesem Falle der schwerer löslichen Phosphorsäure der Thomasschlacke vorzuziehen sein. Mit dieser Düngung werden aber selbst auf älteren, bereits im Ertrage heruntergehenden Spargelkulturen ausgezeichnete Erfolge erzielt und der Verfasser ist so häufig Zeuge dieser Erfolge gewesen, daß er dieselbe auf das wärmste für die Spargelkulturen empfehlen kann.

Mit nicht minder günstigem Erfolge sind die Kalisalze für die verschiedenen Kohlarten und den Sellerie angewendet und dieses kann nicht Wunder nehmen, denn der Kohl enthält auf 1000 Teile 4,3 Teile Kali und bei einer Mittelernte von 250 Zentner pro Morgen werden dem Boden 107,5 Pfund pro Morgen, also pro ha 215 kg Kali entzogen; es werden aber gelegentlich Kohlernten von 400 Zentner pro Morgen gleich 800 Meterzentner pro ha gemacht und damit dann fast 350 kg Kali pro ha verbraucht, so daß hier eine intensive Kalidüngung, die man außer der Stallmistdüngung, welche für diesen Zweck wohl immer gegeben wird, wohl kaum unter 10 Meterzentner Kainit pro ha, womöglich aber auf 15 Meterzentner bemessen soll, sehr wohl am Platze ist. Es wird denn auch darüber berichtet, daß es unter diesen Verhältnissen gelungen sei, Kohlköpfe bis zu 3—6 kg Gewicht zu erzeugen. Die Schmackhaftigkeit und Zartheit des so erzeugten Kohls wird besonders gerühmt. Es versteht sich von selbst, daß man bei solcher Produktion es ebenso wenig an Stickstoff als an Phosphorsäure neben der Kalidüngung fehlen lassen darf, denn eine Kohlernte gebraucht über 100 kg Stickstoff pro ha, bei einer sehr hohen Ausbeute sogar bis zu 200 kg Stickstoff pro ha, während sich der Phosphorsäurebedarf auf 60—100 kg pro ha stellt. Der Chilisalpeter thut auch hier seine Schuldigkeit.

Endlich fängt man auch an, der Düngung der Obstbäume eine gewisse Aufmerksamkeit zuzuwenden, da man erkannt hat, daß man von einem Obstbaume, ebensowenig wie von jeder anderen Kulturpflanze, alljährlich einen hohen Ertrag erwarten kann, wenn man demselben nicht die hierzu nötigen Nährstoffe zuführt. Auch hierzu haben sich die Kalisalze neben stickstoff- und phosphorsäurehaltigen Düngemitteln sehr gut bewährt. Wagner giebt hierzu folgende Vorschrift:

„Im Herbst bestreue man die von der Baumkrone überragte Bodenfläche bis auf etwa 1/3 Meter über die äußersten Zweigspitzen heraus (man kann erwarten, daß die Wurzeln der Bäume im Erdboden mindestens so weit gehen), mit einem Kilo einer Mischung aus gleichen Teilen Chlorkalium und Superphosphat (der Verfasser möchte vorschlagen, hierzu den billigeren Kainit zu verwenden und statt eines halben Kilo Chlorkalium in der Mischung 2 kg Kainit pro Baum zu nehmen). Man grabe diese Salzmischung sogleich unter, und zwar möglichst tief, und streue im Frühjahr pro Baum noch 1/2 kg Chilisalpeter aus. Die Erfolge sollen ausgezeichnet sein und müssen dies der Natur der Sache nach sein, denn der Obstbaum, sich selbst überlassen, ist schließlich nur auf die geringen Mengen durch die Verwitterung frei werdender Nährstoffe angewiesen, welche begreiflicherweise für eine hohe Produktion, die sich womöglich doch alljährlich wiederholen soll, nicht annähernd ausreichend ist. Darum tragen aber auch die Obstbäume nicht jedes Jahr reichlich, obgleich gar kein Grund dazu vorliegt, daß sie dieses nicht thun sollten, wenn sie im Boden genügende Mengen von Nährstoffen vorfinden. Die Düngung der Obstbäume ist daher volkswirtschaftlich von dem größten Wert.

Ganz beiläufig bemerkt, thut eine Düngung mit Kalisalzen und Phosphat dem Gartenrasen auch ausgezeichnet gut.

XV. Die Anwendung der Kalisalze zu Forstkulturen.

Da die Forstkulturen eine langsam fließende und im allgemeinen unter den jetzigen Verhältnissen niedrige Rente abwerfen, so wird es sich im allgemeinen nicht lohnen, dieselben mit künstlichen Düngemitteln zu düngen, da diese zu teuer werden dürften. Dagegen kann es sehr wohl in Frage kommen, ob man nicht die künstlichen Düngemittel und darunter vorzüglich die Kalisalze dazu benutzen kann, um junge Pflanzen der Waldbäume in den Pflanzgärten und Saatkämpen zu kräftigen und zu einem schnelleren Wachstum zu bringen. Aus der Untersuchung der Deutschen Landwirtschaftsgesellschaft liegen hierüber auch Mitteilungen und zwar günstiger Natur vor, denn es wird hervorgehoben, daß der Kainit in Kiefernsaatkämpen, welche wohl meistens in der Region des kaliärmsten Sandes angelegt werden, eine sehr günstige Wirkung gehabt und sehr üppige, kräftig entwickelte Pflanzen erzeugt hätte. Es fragt sich nur, ob solche, sozusagen getriebene Pflanzen sich später, in einen mageren Sand-

boden ausgepflanzt, auch noch gut arten. Ohne weiteres kann man dieses nicht annehmen, und in solchem Falle würde man wohl beim Anpflanzen der jungen Kiefern auch eine Düngung mit gewissen Kalimengen vornehmen müssen, um die Pflanzen nicht ganz in ungewohnte Verhältnisse zu bringen. Hierzu empfehlen sich nicht die unvermischten Kalisalze, welche für die jungen Pflanzen leicht zu stark ätzend wirken können, sondern ein für diesen Zweck zu bereitender Kompost aus Kalkschlamm oder kalkreichem Mergel, vermischt mit dem Kalisalz und etwas Thomasphosphat. Unter der Einwirkung dieser Düngung entwickeln sich allerdings die jungen Pflanzen vorzüglich und machen sehr große und kräftige Triebe, ob aber dieses schnelle Jugendwachstum für die weitere Entwickelung günstig und für die Bildung eines guten, kräftigen Holzes förderlich ist, muß auch hier dahingestellt bleiben.

Daß die Kiefern nach einer besonderen Art von Düngeranwendung, welche der Verfasser in den Gräflich vom Hagenschen (Möckern) Forstkulturen sah, sehr gut wachsen und gedeihen, kann der Verfasser aus eigener Anschauung bestätigen. Nach dem Abschlagen der älteren Kiefernbestände wird das Land tief rigolt und alsdann mit Kiefern bepflanzt, der zwischen den Kiefern frei bleibende Raum wird aber zwei Jahre hintereinander mit Kartoffeln bestellt, welche eine Lochdüngung mit einem eigens für diesen Zweck bereiteten Kompost erhalten. Letzterer wird so gewonnen, daß ein sich dort findender Wiesenmergel, Kainit und allerhand stickstoffreiche Abfälle vermischt werden, hiervon erhält jede Kartoffelpflanze einige Löffel voll als Lochdüngung. Der von den Kartoffeln, welche übrigens einen solchen Ertrag geben, daß sie die Kulturkosten decken, übrigbleibende Rest der Nährstoffe der Düngung genügt, um die Kiefern auf dem mageren Sandboden zu einem außerordentlich kräftigen Wachstum zu bringen. Die Kartoffeln werden solange zwischen den Kiefern angebaut, als das Wachstum und die Entwickelung der ersteren dieses nur gestattet; wenn der Verfasser nicht irrt, so werden dreimal Kartoffeln auf diese Weise kultiviert. Dieses Beispiel kann zur Nachahmung empfohlen werden.

Auch zum Anbau des Stachelginsters hat sich der Kainit nach allen existierenden Angaben sehr wohl bewährt.



Anhang.



Die Konservierung des Stalldüngers durch Kalisalze.

Die Frage der Stalldüngerkonservierung ist von Holdefleiß und Heiden bearbeitet worden und ersterer hat in den Kreis seiner Untersuchungen als Konservierungsmittel auch die Kalisalze hineingezogen. Die hierbei gemachten Beobachtungen sind zu wichtig, um nicht an dieser Stelle ausführlich behandelt zu werden.

Holdefleiß studierte zunächst die Verluste und das Verhalten des ohne Konservierungsmittel aufbewahrten Stalldüngers, denn man wußte aus älteren Untersuchungen, daß hierbei sehr große Verluste stattfänden, ohne jedoch näher über ihre Natur und die Bedingungen, unter denen sie eintreten, unterrichtet zu sein, und fand hierbei, daß von der organischen, humusbildenden Substanz des Stalldüngers etwa ein Drittel verloren ging — das macht ungefähr 1100—1200 kg organische Substanz pro Jahr und Stück Rindvieh.

Vom Stickstoff gehen unter diesen Verhältnissen ziemlich 25 % verloren oder pro Stück Rindvieh so viel als 100 kg Chilisalpeter entspricht und zwar von den wertvollsten Stickstoffformen des Stalldüngers, welche sich im Boden schnell in Salpeter umsetzen, so daß dieser Verlust in der That demjenigen von zwei Meterzentnern Chilisalpeter gleichzustellen ist. Rechnet man beide zu Gelde unter der Annahme, daß 1 kg organische Substanz nur 1 Pfennig für die Wirtschaft wert ist, so kommt man durch die sorglose Aufbewahrung des Stalldüngers zu einem Verlust von rund 28,50 Mark pro Stück Großvieh. In einer Wirtschaft mit 100 Stück Großvieh würde dieser Verlust also 2850 Mark betragen.

Um nun die Verluste zu vermeiden, konservierte Holdefleiß den Stalldünger durch eine sehr starke Erdbedeckung, welche nicht nur auf der Oberfläche des Düngerhaufens angebracht wurde, sondern den ganzen Haufen seitlich überdeckte, wie dasselbe auch notwendig ist. Sodann

wurde der Dünger durch Überstreuen mit Superphosphatgyps mit etwa 7 % löslicher und größtenteils freier Phosphorsäure und endlich auch mit Kainit behandelt. Die hierbei gemachten Beobachtungen waren folgende:

Der mit Erde bedeckte Stalldünger verlor von seiner organischen Substanz ungefähr ebensoviel als der ohne Erdbedeckung und ohne Konservierungsmittel aufbewahrte, nämlich ungefähr ein Drittel, und in dieser Beziehung hatte sich die Erdbedeckung vollkommen wirkungslos erwiesen; dagegen hatten Stickstoffverluste beim Lagern kaum noch stattgefunden, denn die zurückgebliebene Menge betrug 98 % der ursprünglichen. Die Umsetzung der stickstoffhaltigen Bestandteile unter der Erdbedeckung war eine sehr energische gewesen, denn ungefähr ebensoviel als von dem Dünger ohne Erdbedeckung beim Lagern verloren gegangen war, wurde bei dem Dünger unter der Erdbedeckung in Salpetersäure übergeführt, so daß eine Düngung mit 150 Meterzentner Stalldünger gerade einen Meterzentner Salpeter in ihren Zersetzungsprodukten enthielt und demnach ebenso wirken mußte, als wenn unbedeckter Stalldünger und dazu noch ein Meterzentner Salpeter verwendet wurde; daß sich der Dünger in der That so verhält, geht aus den später mitzuteilenden Düngungsversuchen hervor.

Der mit Superphosphatgyps überstreute Stalldünger hatte auch noch erhebliche Verluste seiner organischen Substanz erlitten, nämlich 22,5 %, indessen waren dieselben schon geringer als diejenigen des unbedeckt und unter einer Erdbedeckung aufbewahrten Düngers. Der Stickstoff war vollkommen konserviert worden, ja, es fand sich sogar noch ein kleines Plus, von dem es Holdefleiß unentschieden lassen will, ob dasselbe wirklich durch Absorption von Ammoniak aus der Luft, was immerhin möglich ist, oder durch einen Versuchsfehler hervorgebracht wurde. Immerhin war die Konservirung des Stickstoffes eine vollständige gewesen. Die in Salpetersäure übergegangene Stickstoffmenge war etwas geringer als bei dem Dünger mit Erdbedeckung, betrug aber immer noch 10 % des Gesamtstickstoffes, während bei dem Dünger unter der Erdbedeckung 18 % des Stickstoffes in Salpetersäure übergegangen waren. Der Superphosphatgypsdünger wird daher aller Voraussicht nach nicht ganz so energisch als der unter einer Erdbedeckung aufbewahrte wirken, immerhin sind seine Verhältnisse aber noch in dieser Beziehung günstige zu nennen.

Der mit Kainit überstreute Dünger unterschied sich schon dem äußeren Ansehen nach von den beiden vorhergehenden, indem er noch ganz frisch und unverrottet aussah, wie Stallmist, der nur wenige Wochen alt war, das Gefüge des Strohes war nicht nur vollkommen erhalten, sondern letzteres hatte auch noch eine nicht unbedeutende Zähigkeit. Dementsprechend hatte derselbe auch nur 11,9 % seiner organischen Substanz verloren und

während bei Superphosphatgyps noch zwei Drittel der Verluste organischer Substanz, welche der Dünger ohne alles und auch unter einer Erdbedeckung erleidet, beobachtet wurden, sank dieser Verlust durch die Anwendung der Kalisalze auf ein Drittel. Der Erfolg war also in dieser Beziehung ein sehr günstiger zu nennen. Daß dabei der Stickstoff vollkommen erhalten war, kann nicht Wunder nehmen und Holdefleiß fand denn auch genau dieselbe Stickstoffmenge, welche der frische Stalldünger enthalten hatte, nach viermonatlichem Lagern wieder. Dagegen war nur ungefähr die Hälfte der Stickstoffmenge, welche bei dem mit Erde bedeckten Stalldünger in Salpetersäure übergegangen war, in derselben Richtung verändert, nämlich nur 7,17 % des Gesammtstickstoffes, während die Ammoniakmenge, welche ursprünglich im Stalldünger vorhanden gewesen war, sich als vollkommen unverändert erhalten zeigte. Der mit Kalisalzen konservierte Stalldünger machte sozusagen den Eindruck eines eingepökelten, vollkommen unzersetzten Düngers und die Konservierung durch das Kalisalz ist in diesem Fall die vollkommenste gewesen.

Mit diesen Düngersorten wurden von Holdefleiß nun auch Felddüngungsversuche ausgeführt, welche bei der verschiedenen Beschaffenheit der Dünger ein interessantes Ergebnis versprachen. Der Stalldünger wurde zunächst zu Kartoffeln auf einem schweren Boden verwendet und die Nachwirkung desselben bei Weizen als Nachfrucht der Kartoffeln auf demselben Boden studiert. Hierbei ergab sich folgendes:

	Meterzentner		Verhältnis
Dünger ohne Konservierungsmittel	218,6	Kartoffeln pro ha	108,1
Ohne Dünger	202,2	" " "	100,0
Dünger mit Superphosphatgyps	270,2	" " "	133,6
Dünger mit Kainit	234,6	" " "	116,0
Dünger mit Erdbedeckung	258,4	" " "	127,8

Es hatte also am günstigsten der Dünger mit Superphosphatgyps gewirkt, denn durch denselben war die Ernte von 100 auf 133,6 erhöht worden; am nächsten an denselben heran war der Dünger mit Erdbedeckung gekommen, nämlich auf 127,8, während der Kainitdünger zwar auch noch den ohne jedes Konservierungsmittel gelassenen Dünger übertroffen hatte, aber doch weit hinter den erstgenannten Düngerarten zurückgeblieben war. Seine Verhältniszahl war 116. Dieses kann nicht Wunder nehmen, denn in einem schweren, trägen Boden vollzieht sich die Umsetzung der organischen Verbindungen des Stalldüngers verhältnismäßig langsam und da der Kainitdünger verhältnismäßig am wenigsten salpetersaure Verbindungen enthielt, mußte er auch verhältnismäßig am langsamsten wirken. Außerdem hatte er einen höchst ungünstigen Einfluß auf den Stärkegehalt der

Kartoffeln in dem schweren Boden ausgeübt, indem er denselben sehr merkbar erniedrigt hatte. Die von Holdefleiß hierfür ermittelten Zahlen sind als Beispiele schon an einer anderen Stelle aufgeführt, mögen aber hier der Vollständigkeit halber noch einmal wiederholt werden:

	Prozent		Kilogramm	
Ungedüngt	20,2	Stärkemehl	4090	Stärke pro ha
Dünger ohne Beimengung	19,1	„	4176	„ „ „
Dünger mit Superphosphatgyps	19,5	„	5268	„ „ „
Dünger mit Kainit	17,4	„	4082	„ „ „
Dünger mit Erde	18,5	„	4780	„ „ „

Der Dünger mit Superphosphatgyps hatte also in jeder Beziehung das beste Resultat ergeben, denn die Depression des Stärkemehlgehaltes war die verhältnismäßig geringste gewesen und die pro ha geerntete Stärkemenge bei weitem die höchste. Dagegen hat durch den Kainit eine Erniedrigung des Stärkegehaltes um 2,8 % stattgefunden, und die pro ha geerntete Stärkemenge war genau dieselbe, als die ohne Düngung erzielte; in fabrikativem Sinne hatte daher der Dünger mit Kainit nicht den geringsten Nutzen gehabt; er hatte wohl die Erntemasse etwas vermehrt, aber den wertvollen Bestandteil, die Stärke, nicht im geringsten und damit nur einen unnützen Ballast erzeugt.

Auch der Dünger mit Erdbedeckung war hinter dem Superphosphatgypsdünger erheblich zurückgeblieben, denn die Vermehrung der Stärkemenge war lange nicht so groß als durch den ersteren.

Auf dem mit den verschiedenen Düngersorten gedüngten Felde wurde nun Winterweizen bestellt und von demselben ohne weitere Düngung geerntet pro ha:

	Stroh u. Spreu kg	Körner kg	Summa kg	Verhältnis
Ohne Dünger	3155	1364	4519	100
Dünger ohne Beimengung	3386	1749	5135	112,8
Dünger mit Superphosphatgyps	3550	1653	5203	114,3
Dünger mit Kainit	3736	1569	5305	116,5
Dünger mit Erdbedeckung	3612	1749	5361	117,8

Der Dünger ohne Beimengung und der Dünger mit Erdbedeckung hatte somit die höchsten Körnererträge ergeben, was für den Dünger ohne Beimengung erklärlich ist, da sein Stickstoffgehalt im ersten Jahre so wenig zur Wirkung gekommen war. Dagegen hatte der Kainitdünger bezüglich der Körnerernte in dem schweren Boden ein ungünstigeres Resultat ergeben, dasselbe war zwar etwas höher als bei ungedüngt, aber blieb doch hinter ersterem zurück. Es geht hieraus hervor, daß die Kon-

servierung des Stalldüngers mit Kainit in dem schweren Boden keine zweckmäßige Art der Konservierung ist; aber es mußte noch untersucht werden, wie sich derselbe Dünger auf einem leichteren Boden verhielt. Auch diese Versuche sind von Holdefleiß ausgeführt und ergaben ein ganz anderes Ergebnis als diejenigen auf dem schweren Boden, nämlich ein für die Konservierung durch die Kalisalze bei weitem günstigeres.

Es wurde nämlich mit denselben Sorten Stalldünger zu Weizen gedüngt und dabei geerntet:

	Stroh u. Spreu kg pro ha	Körner kg pro ha	Summa kg pro ha	Verhältnisse Stroh	Verhältnisse Körner	Verhältnisse Summa
Ungedüngt	2774	871	3645	100	100	100
Dünger ohne Beimengung	3529	1235	4764	127	142	131
Dünger mit Superphosphatgyps	4165	1765	5930	150	203	163
Dünger mit Kainit	**4694**	**1900**	**6594**	**169**	**218**	**181**
Dünger mit Erde	4612	1518	6130	166	174	168

In dem leichten Boden war demnach der mit Kainit konservierte Dünger allen anderen weit überlegen gewesen, und wir erhalten somit das Ergebnis, daß für den schweren Boden die Konservierung mit Kalisalzen nicht angebracht ist — hier ist die Anwendung des Superphosphatgypses am Platze — dagegen für den leichten Boden die Konservierung mit Kalisalzen derjenigen mit anderen Mitteln weit vorzuziehen ist. Der leichte Boden ist viel thätiger, in ihm setzen sich die unzersetzt gebliebenen Bestandteile des Stalldüngers weit schneller als in dem schwereren um, und so kommt es, daß der Kalisalzdünger in dem leichten Boden so vorzüglich zur Wirkung kommt, während dieses in dem schwereren Boden nicht im gleichen Maße der Fall ist.

Glücklicherweise befindet sich das Düngebedürfnis des leichten und schweren Bodens in voller Übereinstimmung mit dieser Erfahrung, denn der leichtere Boden ist vorwiegend kalibedürftig, während der schwerere Boden ein solches Bedürfnis nur unter außergewöhnlichen Verhältnissen besitzt. In dem leichteren Boden ist ferner die Phosphorsäure des Thomasphosphatmehls so angebracht und so billig, daß es eine unnütze Verteuerung wäre, wollte man hier die lösliche Phosphorsäure des Superphosphatgypses verwenden.

Da man nun in dem leichteren Boden auf die regelmäßige Anwendung der Kalisalze für die große Mehrzahl der Feldfrüchte angewiesen ist,

so wird die Stalldüngerkonservierung unter diesen Verhältnissen vollkommen kostenfrei ausgeführt, denn es versteht sich von selbst, daß man so viel Kainit weniger für die betreffenden Felder zu geben braucht, als man mit dem Stalldünger zuführte.

Welches Kalisalz zur Stalldüngerkonservierung verwendet werden soll, ist von der Praxis längst entschieden: es ist der Kainit, während der Carnallit für diesen Zweck weniger geeignet ist. Der Kainit wirkt schon etwas ätzend, und ist hierdurch unangenehm und es bedarf auch bei ihm gewisser Vorsichtsmaßregeln, um Übelstände zu vermeiden; dieselben werden aber sicher bei dem Carnallit noch größer sein und deshalb zieht man mit Recht den Kainit vor.

Leider existiert noch eine Lücke in den Holdefleiß'schen Versuchen, nämlich bezüglich des Verhaltens des mit Kainit konservierten Stalldüngers gegenüber dem Stärkegehalt der Kartoffeln. Wir haben oben gesehen, daß der mit Kainit konservierte Stalldünger den Stärkegehalt der Kartoffeln sehr erheblich herabsetzte, aber diese Beobachtung liegt vorläufig nur für den schweren Boden vor, und es fehlt an einer Beobachtung, wie sich die Frage in dem leichteren Boden verhalten wird. Hier ist die Möglichkeit einer nicht ganz so ungünstigen Wirkung nicht ausgeschlossen, aber vorläufig durch Versuche noch nicht bewiesen. Diese müssen in der nächsten Zeit ausgeführt werden.

Wenn sich dabei eine ebenso ungünstige Wirkung auf den Stärkemehlgehalt der Kartoffeln herausstellen sollte, so müßte untersucht werden, ob andere Kalisalze, z. B. die gereinigte schwefelsaure Kalimagnesia, sich ebenso wirksam bezüglich der Stalldüngerkonservierung, als der Kainit, erweisen, oder auch, ob ein Gemisch von dieser und dem Kainit in verschiedenen Verhältnissen, bei welchen man auf einen geringeren Chlorgehalt der Mischung heruntergehen kann, den Schaden, und bis zu welcher Grenze, einschränken kann. Dieses alles sind noch offene Fragen.

Endlich ist noch zu erörtern, wie große Mengen von Kainit zur Anwendung zu bringen sind, um die Konservierung wirksam zu erreichen. Holdefleiß giebt hierbei an, daß 0,75—1 kg Kainit pro Tag und Stück Großvieh zur Düngerkonservierung vollkommen ausreichen. Hierdurch würde eine jährliche Ausgabe von etwa 4,50—5,50 Mark erwachsen und für diese würde man auf die Konservierung von soviel Stickstoff, als in 100 kg Chilisalpeter enthalten ist, rechnen können, und diese würde allein schon die Ausgabe 3—4 fach decken. Es kommt aber hinzu, daß man außerdem noch organische Substanz im Werte von etwa 8 Mark konserviert und diese ist gerade für den Sandboden von höchstem Wert.

Da nun aber der Kainit in den Sandwirtschaften an und für sich, gleichgültig, ob der Stalldünger konserviert wird oder nicht, angewendet

wird, so erwachsen derartigen Wirtschaften überhaupt keine Kosten durch die Stalldüngerkonservierung, man braucht eben nur einen Teil des Kainits nicht direkt, sondern durch die Vermittelung des Stalldüngers auf das Feld zu bringen. Hierbei hat man außerdem den Vorteil, daß die ätzenden Wirkungen desselben auf die jungen Pflanzen nicht in demselben Maße zum Vorschein kommen werden, als bei direktem Ausstreuen des Kainits — kurz, alles spricht für die Anwendung des Kainits zur Stalldüngerkonservierung in Wirtschaften, welche mit leichten Bodenverhältnissen zu rechnen haben.

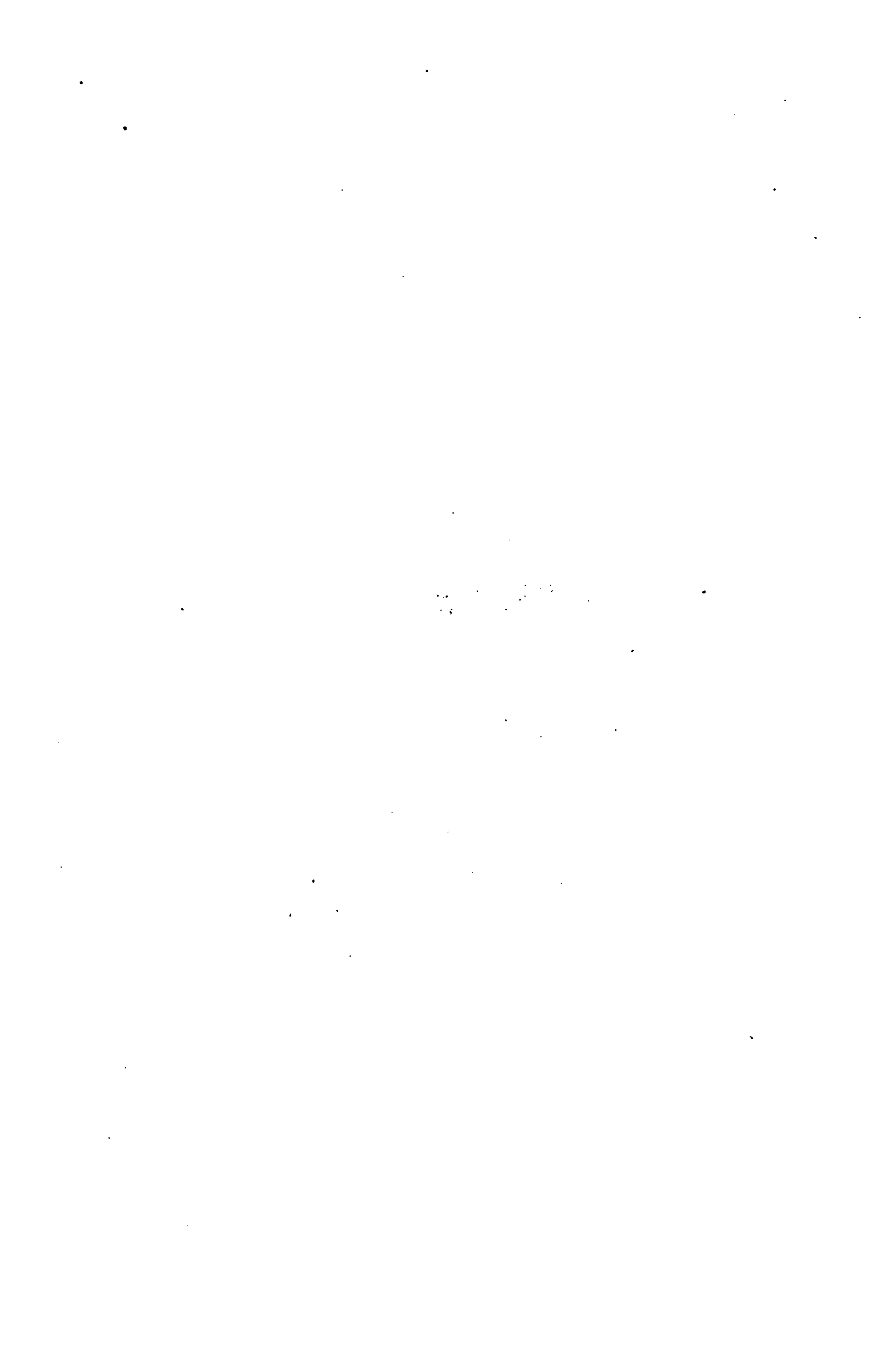
Zur Vermeidung der durch die Einstreu von Kainit etwa eintretenden Übelstände verfahre man dabei folgendermaßen: Es ist beobachtet worden, daß, wenn man den Kainit direkt auf den Dünger in den Ställen streut, Entzündungen an Hufen und Klauen eingetreten sind, weil, wie gesagt, auch der Kainit, wenn auch in schwächerem Maße als der Carnallit, durch seinen Gehalt an Chlormagnesium, Chlornatrium u. s. w. ätzend wirkt.

Außerdem sind die Kalisalze giftig und es können Schädigungen des Gesundheitszustandes der Tiere eintreten, wenn die Tiere die liegenbleibenden Brocken Kainit fressen oder den mit Kainit überstreuten Stalldünger verzehren. Um dieses zu vermeiden, gebe man den Tieren eine reichliche Menge Kochsalz, damit dieselben nicht salzhungrig sind, denn dieser Umstand zwingt sie häufig zum Düngerfressen, und nehme die Einstreu mit Kainit so vor, daß die Tiere möglichst nicht an denselben kommen können. In Rindvieh- und Pferdeställen, welche täglich ausgemistet werden, streue man deshalb den Kainit nicht in die Ställe, sondern auf die Düngerstätte alsbald nach dem Herausschaffen des Mistes. Wo der Dünger im Stalle liegen bleibt, also im sogenannten tiefen Stall und in Schafställen, nehme man das Ausstreuen von Kainit immer erst kurz vor dem Einstreuen von frischem Stroh, welches den ausgestreuten Kainit sogleich bedeckt, vor. Ähnliche Vorsichtsmaßregeln dürften zu ergreifen sein, wenn die Tiere, wie dieses zweckmäßigerweise meistens geschieht, zum Festtreten des Düngers auf die Düngerstätte herausgelassen werden. Würde in diesem Fall das Salz obenauf liegen, so läge die Gefahr vor, daß die Tiefe durch unmittelbare Berührung mit dem Kainit geschädigt werden könnten. Deshalb sind die Tiere nach Holdefleiß erst dann auf die Düngerstätte herauszulassen, wenn das ausgestreute Kalisalz durch eine neue Schicht Dünger bedeckt ist. Es wird daher wohl genügen, das Ausstreuen des Kainits vorzunehmen, unmittelbar nachdem die Tiere die Düngerstätte verlassen haben. Wenn die Tiere besonders salzhungrig sind, was man sehr leicht merken kann, wird man natürlich zu erhöhter Vorsicht gezwungen sein.

Leipzig,
Druck von Fischer & Wittig.








5645
M3
234585
Märcker

